

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年 7 月 14 日 (14.07.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/064655 A1

(51) 国際特許分類: H01L 21/027, G03F 7/30

[JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号  
Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/019415

(22) 国際出願日: 2004 年 12 月 24 日 (24.12.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願 2003-435894  
2003 年 12 月 26 日 (26.12.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)

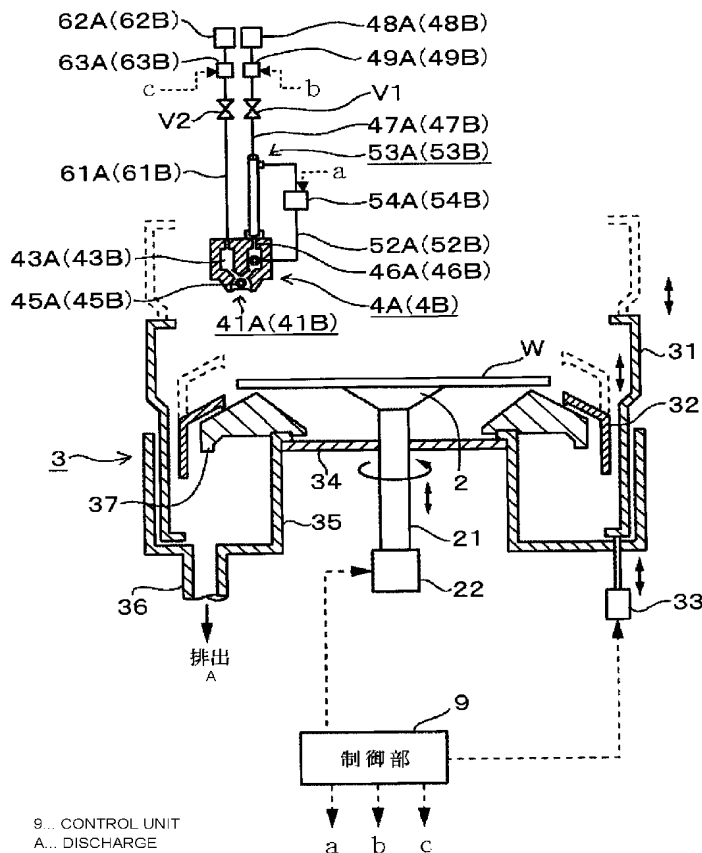
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山本 太郎 (YAMAMOTO, Taro) [JP/JP]; 〒8611116 熊本県菊池郡合志町福原 1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 吉原 孝介 (YOSHIHARA, Kousuke) [JP/JP]; 〒8691197 熊本県菊池郡菊陽町津久礼 2 6 5 5 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 京田 秀治 (KYOUDA, Hideharu) [JP/JP]; 〒8691197 熊本県菊池郡菊陽町津久礼 2 6 5 5 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 竹口 博史 (TAKEGUCHI, Hirofumi) [JP/JP]; 〒8691197 熊本県菊池郡菊陽町津久礼 2 6 5 5 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 大河内 厚 (OOKOUCHI, Atsushi) [JP/JP]; 〒8691197 熊本県菊

[続葉有]

(54) Title: DEVELOPING DEVICE AND DEVELOPING METHOD

(54) 発明の名称: 現像装置及び現像方法

9... CONTROL UNIT  
A... DISCHARGE

(57) Abstract: Temperature of a developing liquid is regulated according to the types of a resist or a resist pattern. A developing liquid is scan-sprayed by a developing liquid nozzle having a slit-form ejection outlet with a length corresponding to the width of an effective area of a substrate. After a developing liquid piled up on the substrate and kept held for a specified time, diluent is scan-sprayed by a diluent nozzle. This substantially stops a developing reaction and diffuses a resist solution component. Thus, a desired amount of resist is quickly dissolved by the temperature regulation of a developing liquid, while developing is stopped by supplying a diluent at a specified timing before an adverse effect is caused by a resist solution component, whereby a pattern with a uniform line width can be obtained and throughput is improved.

(57) 要約: レジストの種類或いはレジストパターンに応じて、現像液の温度が調整される。基板の有効領域の幅に対応する長さのスリット状の吐出口を有する現像液ノズルにより現像液がスキャン塗布される。現像液が基板上に液盛りされた状態で一定時間保持した後、希釈液ノズルにより希釈液がスキャン塗布される。これにより、現像反応が実質的に停止するとともに、レジスト溶解成分が拡散される。現像液の温度調整により迅速に所望量のレジストが溶解される一方で、所定タイミングでの希釈液供給によりレジスト溶解成分による悪影響が生じる前に現像を停止することにより、線幅が均一なパターンを得ることができ、かつ、スループットも向上する。



池郡菊陽町津久礼 2 6 5 5 東京エレクトロン九州  
株式会社内 Kumamoto (JP).

(74) 代理人: 吉武 賢次, 外(YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒  
1000005 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 富士  
ビル 3 2 3 号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が  
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,  
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,  
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護  
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,  
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,  
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,  
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,  
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 現像装置及び現像方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、基板表面の露光されたレジストを現像する現像装置及び現像方法に関する。

#### 背景技術

[0002] 半導体製造工程の一つであるフォトリソ工程においては、半導体ウエハ(以下、「ウエハ」という)の表面にレジストを塗布し、このレジストを所定のパターンで露光した後、現像して、レジストパターンを形成している。このような処理は、一般に、レジストの塗布・現像を行う塗布・現像装置に、露光装置を接続したシステムを用いて行われる。

[0003] JP2001-327909Aに開示された現像装置は、図16に示すように、現像液ノズル11を有し、当該現像液ノズル11の下面にはその長手方向に沿ってウエハWの直径以上の長さのスリットからなる吐出口が設けられている。現像液ノズル11が、ウエハWに対面する吐出口から現像液を吐出しながら、スピンドル1に水平に静止状態で保持されたウエハWの一端から他端に移動することにより、ウエハWの全表面に現像液が供給される。

[0004] 上述の現像装置を用いてウエハWを現像する一連の工程について図17を用いて簡単に説明しておく。まず、露光済みのレジスト膜をその表面に有するウエハWをスピンドル1上に水平姿勢に保持し、次いで上述したようにウエハWの表面の一端から他端へ現像液ノズル11を移動させ、現像液DをウエハWの表面に供給する(図17(a))。前記他端へ到達した現像液ノズル11は現像液Dの吐出を停止して退避する(図17(b))。そして、ウエハWの表面に現像液Dが液盛りした状態で所定時間放置し、静止現像を行う(図17(c))。次いでリンス液ノズル12がウエハWの中央部上方に配置され(図17(d))、スピンドル1によりウエハWを鉛直軸回りに回転させると共にリンス液ノズル12からリンス液R例えば純水をウエハWの中央部に供給する(図17(e))。しかる後、リンス液の供給を停止してリンス液ノズル12は退避し、最後にウ

エハWを高速回転させてスピンドル乾燥を行い現像処理を終了する(図17(f))。現像液ノズル11からの現像液の吐出を開始してからリンス液の供給を開始するまでの時間、つまり現像液とレジストとが接触して実質的に反応が進行している状態にある時間が実質的な現像時間となり、この現像時間は従来においては典型的には60秒間である。

- [0005] しかしながら上述の現像手法では、以下のような問題がある。即ち、レジストの種類により時間は多少変わるが、一般的には、現像液Dが供給されてから18〜20秒が経過すると、図18に模式的に示すように現像液Dに溶解したレジスト溶解成分13がレジスト14の表層部から濃度勾配により拡散し始める。このレジスト溶解成分13の動きは規則性のない不均一な動きである。そのためレジストの溶解が不均一になる。不均一なレジスト溶解成分13が動きによる影響を排除するために、リンス液を早めに供給してレジスト溶解成分を含む現像液を除去すると、溶解速度の遅いレジストでは十分な現像時間を確保することができず、例えばレジストの底部14b側が現像されないで残ってしまうアンダ現像が生じてしまうことがある。

#### 発明の開示

- [0006] 本発明はこのような事情に基づいてなされたものであり、その目的は、例えば互いに溶解速度の異なる種々のレジストを処理する場合であっても、レジスト溶解成分の影響を抑えて線幅が均一なパターンを得ることのできる現像装置及び現像方法を提供することにある。
- [0007] 上記目的を達成するため、本発明は、露光されたレジストを有する基板をほぼ水平に保持する基板保持部と、基板の有効領域の幅とほぼ同じかそれ以上の長さに亘って延びる吐出口が形成された、基板に現像液を供給するための現像液供給ノズルと、基板の有効領域の幅とほぼ同じかそれ以上の長さに亘って延びる吐出口が形成された、基板に希釈液を供給するための希釈液供給ノズルと、現像処理される基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて、現像液供給ノズルから供給すべき現像液の温度を調整するための温度調整部と、現像液供給ノズル及び希釈液供給ノズルを基板の一端から他端まで移動させるための駆動機構と、現像液供給ノズルから前記基板の表面に現像液を供給した後に所定のタイ

ミングで基板の表面に希釈液を供給するように、希釈液供給ノズルの動作を制御するための手段とを備えた現像装置を提供する。希釈液は、濃度の低い現像液であってもよい。

[0008] また、本発明は、基板上の露光されたレジスト膜の表面にノズルを用いて現像液を塗布する工程と、現像液を塗布する前に現像液の温度調整を行う工程と、現像液が塗布された基板を予め設定した時間放置して現像反応を進行させ、現像により除去しようとする領域のレジストを溶解させる工程と、その後、現像液を希釈するための希釈液を基板の表面に供給する工程と、その後、基板に洗浄液を供給して、基板の洗浄を行う工程と、を備え、前記予め設定した時間だけ基板を放置したときに、現像により除去しようとする領域のレジストが必要なだけ溶解するように現像液の温度が調整されることを特徴とする現像方法を提供する。この現像方法において、好適には、現像液の塗布は、基板の有効領域の幅とほぼ同じかそれ以上の長さに亘って延びる吐出口を有するノズルにより行われる。また好適には、希釈液の供給は、基板の有効領域の幅とほぼ同じかそれ以上の長さに亘って延びる吐出口を有するノズルにより行われる。

[0009] 現像液を供給した後に適当なタイミングで希釈液を供給すると、現像反応の進行が抑制あるいは停止される。また、希釈液の供給に伴い基板上の液膜中に流れが生じるため、この流れによりレジスト溶解成分が強制的に拡散する。従って、レジスト溶解成分の不均一な分布に起因して、局所的なレジスト溶解の促進あるいは遅延が生じて線幅値のばらつきや現像欠陥が生じることを防止することができる。基板上の現像液への希釈液供給は、レジストが底部まで予定とする線幅が得られるように溶解した後であって、かつ、レジスト溶解成分の濃度が高くなって当該溶解成分による悪影響が出始める前に行うことが望ましい。

[0010] 本発明の好適な一実施形態において、複数の現像液供給ノズルが準備され、各現像液供給ノズルから供給すべき現像液の温度を独立して供給することができる温度調整部が各現像液供給ノズルに付属する。複数の現像液供給ノズルのうちの第1の現像液供給ノズルが或る基板の処理に用いられているとき、第2の現像液供給ノズルに割り当てられた温度調整部により第2の現像液供給ノズル用の現像液の温度が調

整される。これにより、要求される現像液温度が異なるレジストを現像するときに、第1の現像液供給ノズルから第1の温度の現像液を供給することにより実行される第1の種類のレジスト付きの基板の現像処理が終了した後に直ちに、第2の現像液供給ノズルから第2の温度の現像液を供給することにより実行される第2の種類のレジスト付きの基板の現像処理を開始することができる。このように、温度が異なる複数の現像液を準備しておき、それらを現像対象のレジストに応じて適宜選択して用いることにより、現像液の加熱または冷却に要する時間が、現像装置のスループットに悪影響を与えることはない。

- [0011] 複数の現像液供給ノズルを一体化して、単一の液供給ノズルユニットとすることができる。すなわち「複数の」現像液供給ノズルは、互いに分離された複数の現像液ノズルには限定されない。単一の液供給ノズルユニットを用いることにより、現像装置のフットプリントを小さくすることができ、またノズルを移動させる駆動機構が1つで足りる、現像装置の構成を簡略化することができる。
- [0012] 現像処理される基板上のレジストの種類および／またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて、現像液温度だけでなく、現像液濃度を調整してもよい。現像液濃度の調整は、現像液に純水等の希釈液を混ぜることにより行うことができる。複数の現像液供給ノズルが用いられる場合、第1のノズル用の現像液は、第2のノズル用の現像液に対して、温度だけでなく濃度も異なってもよい。
- [0013] 現像液供給ノズルと希釈液供給ノズルとを一体化して、単一の液供給ノズルユニットとすることができる。この液供給ノズルユニットは、現像液および希釈液を共通の吐出口から吐出するように構成することができる。現像液供給ノズルと希釈液供給ノズルとを一体化することにより、現像装置のフットプリントの削減およびノズル移動機構の構成を簡略化することができる。現像液供給ノズルと希釈液供給ノズルとを別々に設けてもよい。この場合、現像液供給時および希釈液供給時のノズル移動速度およびノズルの移動方向を同じにしてもよい。
- [0014] 現像液供給ノズルと希釈液供給ノズルとを一体化した液供給ノズルユニットにおいて、現像液および希釈液を別々の吐出口から吐出するように構成することもできる。この場合、現像液吐出口および希釈液吐出口は、ノズルユニットの液供給時の移動方

向に関して前および後にそれぞれ配置することができる。現像液吐出口をノズルユニットの液塗布時の移動方向に関して希釈液吐出口の前方に配置した場合、両吐出口の間に、液を吸引する吸引口を設けることができる。極めて短い現像時間しか必要としないレジストを現像する場合、前にある現像液吐出口から現像液を、後ろにある希釈液吐出口から希釈液をそれぞれ同時に吐出させながら、ノズルユニットを移動させることがある。この場合、前記吸引口から基板上の液を吸い込むことにより、現像液と希釈液が衝突して乱流が発生することに起因する現像不良を防止することができる。

[0015] レジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じた現像液温度の決定は、オペレータの判断に基づいて行うことができる。しかしながら、このような決定は、好ましくは自動的に行われる。この目的のため、インストールされたプロセスレシピに基づいて現像装置の全動作を制御する制御部の記憶手段に、現像処理される基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴と、現像液の温度とを対応付けたデータが記憶されている。現像装置の典型的な動作態様において、制御部は、そこに入力された処理スケジュールに基づいて、次に現像する予定となっているレジストの種類がわかると、記憶手段に記憶されているデータを参照して、そのレジストを現像するのに適した現像液温度を決定する。制御部は、温度調整部を制御して、決定された温度の現像液を、基板の現像処理が開始される前までに準備する。

[0016] 現像液の温度を調整するための前記温度調整部は、ノズル体に内蔵することもでき、またノズル体の外部に設けることもできる。

[0017] 現像液温度は、スループットを重視して決定される。好ましくは、基板の有効領域のあらゆる部位において、現像液が塗布された後20秒以内に同じ部位に希釈液が供給されたとしても、希釈液が供給された時点でその部位の現像が実質的に完了しているように、現像液温度が決定される。

#### 図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の現像装置の実施の形態にかかる現像装置を示す縦断面図である。  
[図2]本発明の現像装置の実施の形態にかかる現像装置を示す平面図である。

- [図3]上記現像装置の現像液ノズルの幅方向の縦断面図である。
- [図4]上記現像装置の現像液ノズルの長さ方向の縦断面図である。
- [図5]上記現像装置の現像液ノズルの長さ方向の縦断面図である。
- [図6]上記現像装置の現像液供給手段を示す説明図である。
- [図7]パターンの線幅と現像時間または現像液温度の関係を示す特性図である。
- [図8]上記現像装置を用いてウエハを現像する工程を示す工程図である。
- [図9]上記現像装置の現像液ノズルの他の例を示す説明図である。
- [図10]上記現像装置の現像液ノズルの更に他の例を示す説明図である。
- [図11]上記現像装置の現像液ノズルの更に他の例を示す説明図である。
- [図12]上記現像装置の現像液ノズルの更に他の例を示す説明図である。
- [図13]上記現像装置の現像液ノズルの更に他の例を示す説明図である。
- [図14]前記現像装置を組み込んだ塗布・現像装置の一例を示す平面図である。
- [図15]前記現像装置を組み込んだ塗布・現像装置の一例を示す斜視図である。
- [図16]従来の現像装置を示す説明図である。
- [図17]従来の現像装置を用いてウエハを現像する工程を示す工程図である。
- [図18]従来の他の現像装置を示す説明図である。

### 好適な実施形態の説明

- [0019] 本発明の実施の形態に係る現像装置について図1及び図2を参照しながら説明する。図中符号2は、基板例えばウエハWの裏面中央部を吸着して水平姿勢に保持するためのスピチャックすなわち基板保持部である。スピチャック2は回転軸21を介して駆動機構22と接続されており、駆動機構22によりスピチャック2はウエハWを保持した状態で回転及び昇降可能である。
- [0020] スピチャック2に保持されたウエハWを囲むようにして、ともに上部が開口した外カップ31および内カップ32とからなるカップセット3が設けられている。外カップ31は上部が四角筒状そして下部が円筒状の形状を有し、内カップ32は上部が内側に傾斜した筒状の形状を有する。外カップ31の下端部に接続された昇降機構33により外カップ31が昇降し、内カップ32は外カップ31の下端側内周面に形成された段部に押し上げられることにより上昇する。



- [0021] スピンチャック2の下方には円形板34が設けられており、この円形板34の外側には概ね角溝断面の液受け35が全周に亘って設けられている。液受け35の底面にはドレイン排出口36が形成されており、ウエハWからこぼれ落ちるか或いは振り切られて液受け部35に溜まった現像液およびリンス液は、このドレイン排出口36を介して現像装置の外部に排出される。円形板34の外側には概ね三角形断面のリング部材37が設けられている。また、図示しない3本の昇降ピンが円形板34を貫通しており、これらの昇降ピンと図示しない基板搬送手段との協働作用によりウエハWをスピンチャック2に受け渡しすることができる。
- [0022] 次に、ウエハWの表面に現像液を供給するための現像液供給手段について説明する。現像液供給手段は、水平移動自在かつ昇降自在に設けられた第1の現像液ノズル4A及び第2の現像液ノズル4Bを含む。現像液ノズル4Bの構成は現像液ノズル4Aと同じであり、現像液ノズル4Bの各構成部材は現像液ノズル4Aの対応する構成部材に付された参照符号に含まれるアルファベットのAをBに変更することにより表示される。現像液ノズル4Aの構成について図3〜図5を用いて以下に詳しく説明する。
- [0023] 現像液ノズル4Aは平面視で細長い略四角形状を有し、その下面にはウエハWの有効領域(デバイスが形成される領域)の幅とほぼ同じかそれより大きい長さを有するスリットとして形成された吐出口41Aが現像液ノズル4Aの長手方向に伸びている。また現像液ノズル4Aの内部には、現像液を貯留する現像液貯留部(現像液貯留室)42Aと、希釈液例えば純水を貯留する希釈液貯留部(希釈液貯留室)43Aとが、現像液ノズル4Aの液吐出時における進行方向(図2X方向、図3太い矢印の方向)に関して前後に並んで設けられている。これら液貯留部42A、43Aは、それらの底部に接続された流路44Aにより、吐出口41Aの上端と連通している。即ち、第1の現像液ノズル4Aは、後述するバルブの切り替えにより現像液、純水、および現像液と純水とを混合した希釈現像液のいずれかを吐出可能なように構成されている。なお、現像液貯留部42Aおよび希釈液貯留部43Aを現像液ノズル4Aの進行方向に関して前後を反対に配置してもよい。
- [0024] また、吐出口41A内には緩衝棒45Aが設けられている。ウエハW表面に向けて吐出させる前に現像液および希釈現像液等の吐出液を緩衝棒45Aに一旦衝突させる

ことにより、吐出液がウエハWの表面に与える衝撃を小さくすることができ、また吐出口41Aの長手方向に均一に液を吐出させることができる。緩衝棒45Aは、希釈現像液を吐出する際に、現像液と希釈液との混合を促進する役割も果たす。流路44Aは、現像液ノズル4Aの長さ方向に間隔をおいて配列された多数の孔であってもよく、現像液ノズル4Aの長さ方向に伸びる細長いスリット、すなわち単一の孔であってもよい。図示された実施形態においては、流路44Aは多数の孔で構成されている。

[0025] 現像液貯留部42Aの上部には2つの現像液供給口46Aが設けられている。図4に示すように、現像液供給口46Aは、現像液ノズル4Aの長さ方向の両端部に設けられている。現像液供給源48Aに接続された現像液配管47A(現像液供給路)は二股に分岐して、各分岐端が現像液供給口46Aにそれぞれ接続されている。現像液配管47Aには、現像液を所定の温度に調整する主温度調整部(主温度調整ユニット)49A、バルブV1及び図示しない送液手段が設けられている。前記送液手段は、例えば、吐出ストロークを変えることで吐出流量を調整可能なペローズポンプからなる。

[0026] 現像液供給口46A、46Aの上方には、温調水貯留部(温調水貯留室)5A、51Aが夫々設けられている。現像液配管47Aの所定位置(図示例では現像液配管47Aの分岐部分の上流側の位置)から温調水貯留部5A、51Aに至るまでの領域において、現像液配管47Aは温調水用配管52A(温調水流路)内に配置されており、すなわち前記領域において現像液配管47Aと温調水用配管52Aとからなる二重管構造53Aが形成されている。更に、温調水貯留部5Aと温調水貯留部51Aとを接続する温調水用配管52A'が、現像液貯留部42Aの内部に設けられている。温調水用配管52A、52A'の管壁を介して現像液と温調水の間で熱交換が行われ、これにより現像液の温度調整が行われる。すなわち、二重管構造53Aと、温調水用配管52A'および現像液貯留部42Aとは、現像液の温度を調整するための補助温度調整部を構成する。更に、温調水貯留部5Aには、温調水用配管52A"が接続されており、この温調水用配管52A"は温調水用配管52Aの端部に接続されている。温調水用配管52A、52A'、52A"は循環路を形成し、この循環路には温調水を所定の温度に調整するための温度調整器54A例えば熱交換器が設けられている。上述した構成に基づき、主温度調整部49A及び補助温度調整部により現像液の温度を所定範囲

例えば5〜60℃に調節することができるようになっている。なお、現像液及び温調水の流れは図4中の矢印により理解することができる。

[0027] 図4に示すように、現像液貯留部42Aの天井の内壁面の中央部が高くなっており、当該中央部には排気口55Aが設けられている。この排気口55Aには排気路56Aの一端が接続されており、排気路56Aの他端は図示しない吸引手段と接続されている。この排気口55Aからは、ガス、例えば、現像液に溶け込んでいた窒素が排出される。

[0028] 図3および図5に示すように、希釈液貯留部43Aの上部に2つの希釈液供給口6Aが設けられている。これらの希釈液供給口6Aは、現像液ノズル4Aの長さ方向の両端部に設けられている。希釈液供給源62Aに接続された希釈液配管61A（希釈液供給路）は二股に分岐して、各分岐端が希釈液供給口6Aにそれぞれ接続されている。希釈液配管61Aには、希釈液例えば純水を所定の温度に調整する希釈液温度調整部（希釈液温度調整ユニット）63A、バルブV2及び図示しない送液手段例えば吐出ストロークを変えることで吐出流量を調整可能なベローズポンプが設けられている。希釈液貯留部43Aの天井の内壁面の中央部が高くなっており、中央部には排気口64Aが設けられ、この排気口64Aに排気路65Aの一端が接続され、この排気路65Aの他端は図示しない吸引手段と接続されている。

[0029] 再度図2を参照すると、現像液ノズル4A（4B）はノズル支持部材であるノズルアーム7A（7B）の一端に支持されており、このノズルアーム7A（7B）の他端は図示しない昇降機構を備えた移動基体71A（71B）と接続されている。移動基体71A（71B）は、この現像装置（現像ユニット）の外装体の底壁上をX方向に延びるガイド部材72A（72B）に沿って移動可能である。また図中73は現像液ノズル4A（4B）の待機領域であり、このノズル待機領域73でノズル先端部の洗浄などが行われる。

[0030] 現像装置は更に、ウェハ表面と対向した状態でウェハWにリンス液例えば純水を吐出する細孔の吐出孔80を有する、水平移動及び昇降自在なリンス液ノズル8を有している。リンス液ノズル8には図示しないリンス液配管を介して図示しないリンス液供給源と接続されており、リンス液配管には図示しない送液手段例えば吐出ストロークを変えることで吐出流量を調整可能なベローズポンプが設けられている。リンス液ノズ

ル8は、ノズルアーム83を介して、図示しない昇降機構を備えた移動基体84と接続されており、この移動基体84は、第1の現像液ノズル4A用の移動基体71Aと共用するガイド部材72Aに沿って、第1の現像液ノズル4Aとリンス液ノズル8との干渉が生じないように移動する。図2の符号85はリンス液ノズル8の待機領域である。

[0031] 図2の符号9は制御部(制御ユニット)であり、この制御部9は現像装置のすべての動作を制御する。制御部9は、特に、駆動機構22、昇降部33、移動基体71A、71B、84の動作を制御する機能と、ウェハWの表面に供給された現像液が前記所定の温度となるように前記した主温度調整部49A(49B)及び補助温度調整部の温調動作を制御する機能と、希釈液温度調整部63Aにより希釈液を所定の温度例えば現像液と同じ温度に調整する機能とを有している。制御部9に設けられた記憶部例えばメモリにはレジストの種類と各種レジストを現像するための現像液温度(これは5〜60℃の範囲である)との対応関係を示すデータが記憶されており、制御部9は現像処理しようとするレジストの種類に対応する現像液温度を前記データを参照して決定する。言い換えれば、制御部9は、現像液に対するレジストの種類毎の溶解特性に応じて現像液の温度を決定し、各温度調整部の動作を制御する。上記のように現像液温度をメモリに記憶されたデータに基づいて自動的に決定することに代えて、オペレータが制御部9の入力手段を介して現像液温度を入力するように制御部9を構成してもよい。

[0032] 現像液温度の一例を以下に述べる。KrF光源用のレジストであって、現像液に対して溶解性の低いレジストのための現像液温度は40〜60℃とする。近年適用が検討されているArF光源用のレジストであって、現像液に対して溶解性の高いレジストのための現像液温度は20〜40℃とする。I線或いはG線光源用レジストのように、低温で溶解が促進されるレジストのための現像液温度は10〜20℃とする。各レジストに対する現像液温度は、そのレジストを露光するための光源の種類により決定するのではなく、そのレジストの溶解が促進される温度に基づいて決定される。

[0033] 続いて、現像装置を用いてウェハWを現像する工程について説明する。現像装置の初期状態として、外カップ31、内カップ32が下降位置にあり、現像液ノズル4A、4B及びリンスノズル6がノズル待機部53、65の上方に夫々配置されている。現像装置

に露光済みレジスト付きのウエハWが図示しない基板搬送手段により搬送されてきて、この基板搬送手段と図示しない昇降ピンとの協働作用によりウエハWはスピチャック2に受け渡される。ウエハWがスピチャック2に受け渡される時までに、制御部9は、このウエハWに塗布されたレジストの種類と前記メモリ内の情報に基づいて現像液温度を決定する。更に制御部9は、2つの現像液ノズル4A、4BからこのウエハWの現像に用いるノズルを選択し(本例では第1の現像液ノズル4Aを選択)、選択された第1の現像液ノズル4Aから供給される現像液の温度が決定された現像液温度と一致するように主温度調整部49A及び補助温度調整部を用いて現像液の温度調整を実行させる。これにより、現像液ノズル4Aに関連する現像液貯留部42Aおよびその上流側の現像液配管47A内において、温度調整された現像液が吐出に備えて待機している状態となる。更に、制御部9は、希釈液が所定の温度例えば現像液と同じ温度となるように、希釈液温度調整部63Aに希釈液の温度調整を実行させる。

[0034] 次いで、ウエハWの外縁の僅かに外側であってかつウエハWの表面より僅かに高い現像液吐出開始位置に、第1の現像液ノズル4Aを配置する。なお、第2の現像液ノズル4Bはノズル待機領域73で待機したままであるが、後に詳述するように、第1の現像液ノズル4Aを用いたウエハWの処理中に次の処理ロットのウエハWの処理を第2の現像液ノズル4Bを用いて行うための準備が行われる。

[0035] しかる後、バルブV1を開いて、図6(a)に示すように吐出口41Aから現像液Dを吐出させながら、第1の現像液ノズル4Aを、ウエハWの直径方向に対向する2つの端部の一方から他方に、静止しているウエハWの表面に沿って並進運動させる(このノズル4Aの動きは従来技術を示す図16のノズルNと同じ動きである)。ノズルの移動速度は、12インチサイズのウエハWの場合には、例えば5秒でウエハWの一端から他端に到達するような速度とする。これにより、ウエハWの表面全体に現像液Dの液膜が形成される。現像液にレジストの溶解性の部位が溶解する一方で不溶解性の部位は溶けずに残され、これにより所定のレジストパターンが形成される。

[0036] 第1の現像液ノズル4AがウエハWの前記他端を通過すると、バルブV1が閉じられて第1の現像液ノズル4Aからの現像液Dの吐出が停止され、更に図6(b)に示すように第1の現像液ノズル4Aは上昇し、ウエハWの前記一端側へ移動し、そして下降し

、上述の吐出開始位置に再度位置する。現像液ノズルを移動するための機構は、第1の現像液ノズル4Aが現像液の吐出を停止してから吐出開始位置に戻るまでに要する時間が5秒以下となるように、構成されている。

[0037] 次いでバルブV1及びV2を開いて現像液貯留部42A及び希釈液貯留部43Aを介して流路44A内に所定の流量の現像液及び希釈液を供給すると、現像液と希釈液との混合液である希釈現像液が吐出口41Aから吐出される。希釈現像液に含まれる現像液の濃度は、レジストを溶解することができない濃度とすることが好ましい。そして、図6(c)に示すように、希釈現像液D1を吐出口41Aから吐出しながら、現像液を供給したときと同様にして第1の現像液ノズル4Aをウエハの一端から他端に並進移動させる。ノズルの移動速度は、現像液Dを供給したときと同じ速度とする。希釈現像液は、現像液(希釈されていない現像液)が供給されてから10秒が経過したときに、つまりレジスト溶解成分が不均一な動きをし始める前までに、ウエハWに供給される。希釈現像液のスキャン供給により、ウエハW表面上の現像液の表層部にあるレジスト溶解成分が移動させられるだけでなく、溶解によりレジストに形成された窪みの中にあるレジスト溶解成分も掻き出され、レジスト溶解成分はウエハW表面上の現像液中に拡散する。希釈現像液を供給したことによりウエハW表面にある現像液の濃度が低下するため、レジストの溶解は抑制されるか又は停止され、その後にレジストの溶解は殆ど生じないため、レジスト溶解成分の拡散に起因する悪影響は極めて小さい。

[0038] 次いで、バルブV1及びV2を閉じて希釈現像液D1の吐出を停止した後、現像液ノズル4Aを退避させ、更に、図6(d)に示すように、リンス液(洗浄液)ノズル8がウエハWの中央の上方に配置される。スピンドル2によりウエハWを鉛直軸回りに回転させながら、リンス液ノズル8がリンス液RをウエハWの表面に供給される。リンス液Rは遠心力の作用により外側に広がり、このリンス液DによりウエハW表面からレジスト溶解成分を含む現像液が除去され、ウエハWの表面が洗浄される。

[0039] しかる後、リンス液Rの供給を停止してリンス液ノズル8を退避させた後、図6(e)に示すように、ウエハWを高速例えば2000rpmで回転させて表面の液を振り切るスピンドル乾燥がなされる。その後、外カップ31及び内カップ32が下降し、図示しない基板

搬送手段によりウエハWが搬出される。以上により、一枚のウエハWに対する現像処理に関連した一連の工程が終了する。

[0040] あるロット(以下、「第1ロット」)のウエハWについて現像液ノズル4Aを用いて現像処理が行われ、第1ロットのウエハWの現像処理が終了して、次のロット(以下「第2ロット」)のウエハWを現像処理する場合には、第2ロットの最初のウエハWの現像が開始される前までに、第2ロットのウエハWのレジストの種類に応じた現像液温度が決定され、待機している現像液ノズル4Bに割り当てられている主温度調整部及び補助温度調整部により現像液ノズル4B用の現像液の温度調整が行われる。第1ロットのウエハWの現像処理が終了すると、現像液ノズル4Bを用いて先に説明した手順と同様の手順で第2ロットのウエハWの現像処理が行われる。なお、制御部9には、現像装置でこれから後に処理されるウエハWの種類(ウエハW上のレジストの種類)および枚数を定めた処理スケジュールに関するデータが、事前に、入力手段を介して入力され、処理部9のメモリに記憶されるようになっている。処理部9は、そのデータに基づいて準備すべき現像液の温度を決定しているのである。

[0041] 上述の実施の形態によれば、現像液の供給後所定時間経過後に現像液ノズル4A(4B)による希釈現像液のスキャン供給を行うことにより、準静的な状態で希釈が行われ、現像反応の進行が抑制あるいは停止されると共に、レジスト溶解成分を強制的に拡散させることができる。このため、レジスト溶解成分濃度分布に起因して場所によるレジスト溶解速度のばらつきが生じることによる線幅値のばらつきおよび現像欠陥の発生を抑えることができる。また、希釈現像液の供給は、レジスト溶解成分の濃度が高くなって当該溶解成分による悪影響が出始める前(例えば現像液供給後20秒以内、好ましくは10秒後)に行わなければならないが、その一方で、予定とする線幅が得られるようにレジストの底部までの溶解が完了した後に行わなければならない。溶解速度が遅いレジストの場合は、希釈現像液を早く供給すると予定とする線幅が得られなくなる。本実施形態では、レジストの種類に対応して、現像液の温度を、希釈現像液供給前に予定とする線幅が得られる程度にレジストが溶解するように決定している。このようにすれば、レジスト溶解成分による悪影響を避けながら、予定とする線幅のパターンを得ることができ、この結果、レジストの種類にかかわらず線幅の面内均

一性の高い良好な現像を行うことができる。

[0042] 図7(a)は、ある現像液について、2つの現像液温度に対する現像時間とパターンの線幅(CD)の関係を示したものであり、(1)はクリーンルームの温度である23℃の場合、(2)は50℃の場合を示している。この現像液は温度が高い程レジスト溶解速度が高くなる性質を有し、目標線幅を150nmとすると、当該目標線幅を得るために必要な時間は、23℃では50〜60秒、50℃では約10秒である。この場合、現像液温度は、50℃に設定した。なお、温度が低い程レジスト溶解速度が早くなる性質の現像液を用いる場合にも、上記と同じ考え方に基づいて現像液温度を決定することができる。

[0043] 安定した現像処理結果を得るために必要な条件は、(a) 現像液によるレジストの溶解がサチレーションしていること、言い換えれば、現像反応の進行により現像液が劣化し現像反応速度が低下した状態となる時点で現像反応を終了させること、(b) レジスト溶解成分の濃度分布が比較的均一なうちに現像反応を停止させること、であると考えられる。レジストの溶解がサチレーションする時点で希釈液を供給すれば、条件(a) (b)を最もよく両立させることができる。前述したように、従来の静止現像においては現像時間は60秒とされているが、発明者らは、多くの現像液においては現像液温度が23℃の場合は現像時間は20秒以内で足りることを確認しており、これに基づいて、本発明においても、現像液供給後に希釈液を供給するタイミングは20秒以内という値を選択している。

[0044] 適正なパターンを得るために必要な現像時間は、レジストの種類だけでなく、パターンを特定する幾何学的特徴により変化するので、パターンを特定する幾何学的特徴に基づいて現像液温度を変えてもよい。パターンを特定する幾何学的特徴には、線幅の目標値、パターン密度およびパターン形状などが含まれる。パターン形状とは、例えば、レジストの現像処理により溶解した部分の形(例えば直線状の溝、円柱状ホールがある)、並びにある1つのパターンに含まれる溝およびホールの面積比などにより特定することができる。具体的には、現像液温度を、密なパターンに対して低くし、粗いパターンに対して高くすることができる。なお、レジストの種類及びパターンの幾何学的特徴の両方に応じて現像液温度を変えてもよい。



- [0045] 図7(b)は溝を形成する場合の現像液温度と線幅(CD)との関係を、図7(c)はホールを形成する場合の現像液温度と線幅(CD)との関係を調べた実験結果を示したグラフである。現像時間はいずれも10秒である。これらのグラフより、溝を形成する場合の方が、ホールを形成する場合よりも、得られる線幅の温度依存性が高いことがわかる。従って、例えば、溝とホールを同時に形成するような場合には、現像液温度を溝の現像条件を重視して決定することが考えられる。
- [0046] 上述の実施の形態によれば、独立して異なる現像液の温度に調整可能な2本の現像液ノズル4A、4Bを設けているため、一方の現像液ノズル4A(4B)を用いてウエハWを処理している間に、他方の現像液ノズル4B(4A)は次のロットのウエハWに応じた温度に現像液を調整する準備動作を行うことができ、前ロットの最後のウエハWの処理を終えた後、次のロットの最初のウエハWの処理を直ちに開始することができる。このため、現像液温度の変更に伴う時間のロスが発生しないため、高いスループットを確保することができる。
- [0047] 現像液ノズル4Aの他の例について図8を参照して説明する。この現像液ノズル4Aは、その内部に複数例えば2つの現像液貯留部42A、42Aを備えており、これら現像液貯留部42A、42Aの間に希釈液貯留部43Aが配置されている。2つの現像液貯留部42A、42Aから吐出口41Aに供給される現像液は、図示は省略するが各現像液貯留部42A専用 to 設けられた主温度調整部及び補助温度調整部により温度調整がなされる。対応するバルブV1を開くことにより、各現像液貯留部42Aから吐出口41Aを介して現像液をウエハWの表面に供給することができる。上述した点以外は図8の現像液ノズル4Aは図3の現像液ノズル4Aと同じ構成を有する。
- [0048] 図8に示す現像液ノズル4Aを用いれば、以下の動作が可能である。一方の現像液貯留部42Aから供給される現像液を用いて或るロットのウエハWを処理している間に、次のロットの先頭のウエハWの処理が開始される前までに、前記次のロットのウエハWのレジストの種類に基づいて、他方の現像液貯留部42Aから供給しようとする現像液の温度調整を行っておく。前記次のロットのウエハWを処理する際には、バルブV1、V1を切り替えて前記他方の現像液貯留部42Aおよび吐出口41Aを介してウエハWの表面に現像液を供給する。

- [0049] 図8に示す現像液ノズル4Aは、複数の現像液ノズルを一体化した単一のノズルユニットに相当する構成を有する。これによれば、単一の現像液ノズルにより種類の異なるレジストの処理を続けて行うことができるので、現像装置に複数の現像液ノズルを設ける必要がなく、その分だけ現像装置の設置面積を小さくできる点で有利である。また、希釈液貯留部43Aを両現像液貯留部42Aの間に介在させることにより、両現像液貯留部内の現像液に温度差があっても、両現像液貯留部42A間での熱伝導による現像液の温度変化を抑制することができる。
- [0050] 図8に示す現像液ノズル4Aは、以下のように使用することもできる。すなわち、各現像液貯留部42Aに互いに異なる温度の現像液(例えば、一方が60℃、他方が5℃)を供給しておき、各現像液貯留部42Aから吐出口41Aに供給される現像液の流量比を変えることにより、吐出口41Aから吐出される現像液の温度を調整する。現像液の流量比の変更も、制御部9による制御の下で行われる。これによれば、多種類のレジストに柔軟に対応することができ、異なる種類のレジストにそれぞれ対応して現像液貯留部42A内に貯留された現像液の温度を調整する必要がなくなる。
- [0051] 現像液ノズルの更に他の例について図9を参照して説明する。図9の現像液ノズル4Aは、専ら現像液を吐出する現像液吐出口41Aと専ら希釈液を吐出する希釈液吐出口100Aとを別個に設けている。現像液吐出口41Aは、液吐出時における現像液ノズル4Aの移動方向に関して前方に設けられ、希釈液吐出口100Aは後方に設けられている。上述した点以外は図9の現像液ノズル4Aは図3の現像液ノズル4Aと同じ構成を有する。図9の現像液ノズル4Aは、吐出口41Aおよび100Aからそれぞれ現像液及び希釈液を同時に吐出しながら、ウエハWの一端側から他端側に向かって移動することができるので、ArF光源用のレジストなどの溶解性の高いレジストに高温の現像液を供給して短時間現像(現像時間が1〜2秒程度)を行う場合に有効である。
- [0052] 図9の現像液ノズル4Aに更に、図10に示すように現像液吐出口41Aと希釈液吐出口100Aとの間に現像液を吸引するための吸引口101Aを設け、この吸引口101Aに吸引路102Aを介して図示しない吸引手段と接続することができる。吸引を行うことにより、ウエハWの表面に供給した現像液と希釈液とが衝突して生じる乱流に起因

したパターンの欠落の発生を抑えることができるので、線幅精度の高いパターンを得ることができる。

[0053] 現像液ノズル4Aの他の例について図11を参照して説明する。本例では、緩衝棒45A(45B)の内部に温調水の流路103A(103B)が設けられており、緩衝棒45A(45B)は補助温度調整部として機能する。上述した点を除き、図11の現像液ノズルは図3の現像液ノズルと同じ構成を有する。緩衝棒45A(45B)の表面の温度は、現像液を加熱する場合には目標温度よりも僅かに高い温度例えば1℃高い温度に、現像液を冷却する場合には目標温度よりも僅かに低い温度例えば1℃低い温度にすることが好ましい。図11の実施形態によれば、吐出口41A内でも温度調整がなされるため、ウェハWに供給される現像液の温度をより高精度に調整することができる。加熱機能のみが必要なのであれば、緩衝棒45A(45B)の内部にヒータを埋設してもよい。温度調節機能を有する緩衝棒45A(45B)は、図7～図10の現像液ノズル4Aに適用することもできる。緩衝棒45A(45B)の内部にヒートパイプを設けることもできる。

[0054] 現像液ノズルの更に他の例について図12を参照して説明する。図12の現像液ノズルの内部には、温度調整部としてペルチェ効果を利用した素子であるサーモモジュール104A(104B)が設けられており、サーモモジュール104A(104B)は図示しない配線を介して図示しない電源と接続されている。サーモモジュール104A(104B)は現像液貯留部42Aと希釈液貯留部43Aとの間に配置され、電気が供給された際に発熱する面は現像液貯留部42A側に向けられている。上述した点を除き、図11の現像液ノズルは図3の現像液ノズルと同じ構成を有する。サーモモジュール104A(104B)に電流例えば直流電流を供給してサーモモジュール104A(104B)の一面が発熱することにより、現像液貯留部42A(42B)内の現像液が加熱されて所定の温度に調整される。

[0055] 電流が供給された際に吸熱する面を現像液貯留部42Aに向けて配置した別のサーモモジュール(図示せず)を現像液ノズルに設けてもよく、この場合、現像液を冷却する際には図示しないサーモモジュールに電流を供給し、加熱する際には図示されたサーモモジュール104A(104B)に電流を供給することができる。

[0056] このようなサーモモジュールは、図3記載の現像液ノズルだけでなく、図8～10記載

の現像液ノズルに設けることができ、また、上述の温度調整機能を有する緩衝棒45A(45B)と組み合わせて用いてもよい。

[0057] 本発明を図示された実施形態に基づいて詳述してきたが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、以下に例示するような様々な改変が可能である。

[0058] 本発明においては、現像液が液盛りされたウエハWの表面に供給する希釈液としては、純水により希釈された現像液(希釈現像液)に限られず、純水或いは界面活性剤であってもよい。

[0059] 本発明においては、必ずしも溶解速度が早くなるように温度を調整する構成に限られず、例えば希釈液の供給するタイミングよりも前に十分な現像時間を確保できるのであれば、種々の種類のレジストの中からあるレジストを選択し、このレジストの溶解時間に他のレジストの現像時間を併せ込むようにしてもよい。この場合であっても上述の場合と同様の効果を得ることができる。

[0060] 本発明においては、現像液又は希釈現像液を吐出しながらウエハWの一端側から他端側に現像液ノズル4A(4B)を移動させるノズルのスキャン動作は1回に限られず、複数回例えば2〜4回或いはそれ以上の回数行ってもよい。スキャンの回数は、処理するレジストに必要な現像時間、或いはレジスト溶解成分の拡散状態に応じて決定することができる。例えば、現像液ノズル4A(4B)を1秒でウエハWの一端側から他端側に移動させるとした場合、必要な現像時間が例えば5秒であれば5回のスキャンを行う。

[0061] 上述した現像装置は、現像液温度を、現像装置が置かれるクリーンルームの温度である23℃で一定に維持しながら、使用してもよい。この場合も、温度調整部による高精度な温度調整機能により、均一且つ良好な現像処理を行うことができる。

[0062] 本発明は、現像液及び希釈現像液を単一のノズルから吐出することに限定されず、現像液を吐出する現像液ノズルと希釈現像液(或いは純水)を吐出する希釈液ノズルとを別個に設けてもよい。

[0063] 更に本発明においては、図3に示す現像液ノズルの希釈液貯留部43Aを現像液貯留部として用い、現像液貯留部42Aの第1の現像液を、希釈液貯留部43Aに第2の現像液を夫々貯留して2種類の現像液例えば温度が異なる現像液を供給できるよ

うにし、希釈現像液(或いは希釈液)については当該ノズルとは別個に設けたノズルにより供給するようにしてもよい。

[0064] 更に本発明においては、例えば図13に示すように、現像液の温度を調整するための補助温度調整部と同様の構成を希釈液貯留部43A側にも設け、希釈現像液(或いは希釈液)の温度を調整するようにしてもよい。図13において、符号110A(110B)は、希釈液配管61A(61B)とその外側に隙間をあけて設けられた温調水用配管111A(111B)からなる二重管構造である。温調水用配管111A(111B)は、温調水貯留部112A(112B)と、図示しないノズル他端側の温調水貯留部113A(113B)とを接続するとともに希釈液貯留部43A(43B)の内部に設けられており、二重管構造110A(110B)と合わせて補助温度調整部を構成する。また符号114A(114B)は、温調水の循環路に設けられた温調水の温度を調整するための温度調整器である。その他の構成は図3に記載のものと同一である。図13に示す実施形態によれば、吐出口41A(41B)の近傍にて希釈液の温度を調整することにより、より高精度に希釈液の温度を調整でき、また現像液及び希釈液の温度を広い範囲で変化させることができる。希釈液用の補助温度調整部を設ける構成は、図8ー図12の現像液ノズル(例えば、図8ないし図12に記載の現像液ノズル)にも適用することができる。

[0065] 更に本発明においては、現像液の温度を調整するだけでなく、現像液の濃度も調整してもよい。現像液の濃度は、現像液と混合する純水の流量比を図示しない流量調整部により変えることによって調整することができる。或いは、互いに異なる濃度の現像液を供給可能なように複数の現像液供給源48A(48B)を設け、バルブの切り替えにより所定の濃度の現像液を供給可能な現像液供給源48A(48B)を選択するようにしてもよい。これら流量調整部やバルブなどは、現像液の濃度調整部の一部をなすものである。

[0066] 更に本発明においては、基板はウエハWに限られず、例えばLCD基板、フォトマスク用レチクル基板であってもよい。

[0067] 上述の現像装置が組み込まれた塗布・現像装置の一例の構成について図14及び図15を参照しながら簡単に説明する。図中B1は複数例えば13枚のウエハWが密閉収納されたカセットCを搬入出するためのカセット載置部であり、そこには、カセットC

を複数個載置可能な載置部90aを備えたカセットステーション90と、このカセットステーション90から見て前方の壁面に設けられるシャッタ91と、シャッタ91を介してカセットCからウエハWを取り出すための受け渡し装置A1とが設けられている。

[0068] カセット載置部B1には筐体92にて周囲を囲まれる処理部B2が接続されており、この処理部B2にはカセット載置部B1側から順に加熱或いは冷却用のユニットを多段に積み上げてなるユニット塔U1, U2, U3が配置され、隣接するユニット塔間には塗布ユニットおよび現像ユニットを含む各処理ユニット間でウエハWの受け渡しを行う主搬送装置A2, A3が設けられている。各ユニット塔には受け渡しユニットが設けられており、受け渡しユニットを介して、ウエハWは処理部B1内をユニット塔U1から他端側のユニット塔U3まで自由に移動できるようになっている。各主搬送手段A2, A3は、それに面する2つのユニット塔(U1, U2, U3)の側面と、それに面する液処理ユニット塔(U4, U5)の側面と、区画壁93と、により囲まれる空間内に置かれている。また図中94, 95は各ユニットで用いられる処理液の温度調整装置や温湿度調整用のダクト等を備えた温湿度調整ユニットである。

[0069] 液処理ユニット塔U4およびU5は、図15に示すように、塗布液(レジスト液)や現像液などの薬液を収納する収納部96の上に、塗布ユニットCOT、本発明に係る現像装置すなわち現像ユニットDEV及び反射防止膜形成ユニットBARC等を複数段例えば5段に積み上げて構成されている。また上述のユニット塔U1, U2, U3は、液処理ユニットU4, U5にて行われる液処理の前処理及び後処理を行うためのベークユニット、冷却ユニット等の各種ユニットを複数段例えば10段に積み上げて構成されている。

[0070] 処理部B2のユニット塔U3の奥には、第1の搬送室97及び第2の搬送室98を備えたインターフェイス部B3を介して、露光部B4が接続されている。インターフェイス部B3の内部には処理部B2と露光部B4との間でウエハWの受け渡しを行うための2つの受け渡し装置A4, A5の他、ユニット塔U6及びバッファカセットC0が設けられている。

[0071] このシステムにおけるウエハの流れについて説明する。先ず外部からウエハWの収納されたカセットCが載置台90に載置されると、シャッタ91と共にカセットCの蓋体が

開かれ受け渡し装置A1によりウェハWが取り出される。そしてウェハWはユニット塔U1に設けられた受け渡しユニットを介して主搬送装置A2へと受け渡され、ユニット塔U1〜U3のうちの1つにて、塗布処理の前処理として例えば反射防止膜形成処理、並びに冷却処理が行われ、しかる後塗布ユニットCOTにてレジスト液が塗布される。続いてウェハWはユニット塔U1〜U3の1つに設けられたバークユニットで加熱され、更に冷却された後、ユニット塔U3の受け渡しユニットを経由してインターフェイス部B3へと搬入される。このインターフェイス部B3において、ウェハWは、受け渡し手段A4、ユニット塔U6および受け渡し装置A5を経由して露光部B4へ搬送され、露光が行われる。露光後、ウェハWは逆の経路で主搬送装置A2まで搬送され、現像ユニットDEVにて現像されることでレジストマスクが形成される。しかる後ウェハWは載置台90上の元のカセットCへと戻される。

## 請求の範囲

- [1] 露光されたレジストを有する基板をほぼ水平に保持する基板保持部と、  
基板の有効領域の幅とほぼ同じかそれ以上の長さに亘って延びる吐出口が形成された、基板に現像液を供給するための現像液供給ノズルと、  
基板の有効領域の幅とほぼ同じかそれ以上の長さに亘って延びる吐出口が形成された、基板に希釈液を供給するための希釈液供給ノズルと、  
現像処理される基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて、現像液供給ノズルから供給すべき現像液の温度を調整するための温度調整部と、  
現像液供給ノズル及び希釈液供給ノズルを基板の一端から他端まで移動させるための駆動機構と、  
現像液供給ノズルから前記基板の表面に現像液を供給した後に所定のタイミングで基板の表面に希釈液を供給するように、希釈液供給ノズルの動作を制御するための手段と、  
を備えたことを特徴とする現像装置。
- [2] 現像液供給ノズルは複数設けられ、各現像液供給ノズル毎に現像液の温度調整を行うための温度調整部が設けられたことを特徴とする請求項1記載の現像装置。
- [3] 複数の現像液供給ノズルは一体化されて一つの液供給ノズルユニットとして構成され、共通の駆動機構により移動されることを特徴とする請求項2記載の現像装置。
- [4] 現像液供給ノズル及び希釈液供給ノズルは一体化されて一つの液供給ノズルユニットとして構成され、共通の駆動機構により移動されることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか一つに記載の現像装置。
- [5] 液供給ノズルユニットは、複数の現像液あるいは希釈液を共通の吐出口から吐出するように構成されていることを特徴とする請求項3または4記載の現像装置。
- [6] 液供給ノズルユニットは、現像液を吐出する現像液吐出口と、希釈液を吐出する希釈液吐出口と、を有し、これら現像液吐出口及び希釈液吐出口は液供給ノズルの進行方向の前後に設けられたことを特徴とする請求項3または4記載の現像装置。
- [7] 現像液吐出口は液供給ノズルユニットの進行方向前側に位置し、現像液吐出口と



希釈液吐出口の間に基板の表面にある現像液を吸引する吸引口が設けられたことを特徴とする請求項6記載の現像装置。

- [8] 現像液ノズルから吐出する現像液として、基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて温度調整された現像液を、準備された複数の現像液から選択する手段を備えたことを特徴とする請求項3ないし7のいずれか一つに記載の現像装置。
- [9] 一の現像液が選択されている間に、他の現像液について現像液の温度が調整されることを特徴とする請求項8記載の現像装置。
- [10] 現像処理を行う基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴と、当該種類または幾何学的特徴のレジストに適した現像液の温度とを対応づけたデータを記憶し、このデータに基づいて現像するレジストに適した現像液の温度が得られるように温度調整部を制御する制御部を備えたことを特徴とする請求項3ないし9のいずれか一つに記載の現像装置。
- [11] 現像液供給ノズルに現像液の温度を調整する温度調整部が設けられたことを特徴とする請求項3ないし10のいずれか一つに記載の現像装置。
- [12] 液供給ノズルに現像液の温度を調整する温度調整部が設けられたことを特徴とする請求項3ないし11のいずれか一つに記載の現像装置。
- [13] 現像処理を行う基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて現像液供給ノズルから供給すべき現像液の濃度を調整するための濃度調整部を備えたことを特徴とする請求項1ないし7のいずれか一つに記載の現像装置。
- [14] 現像液ノズルから吐出する現像液として、基板上のレジストの種類またはレジストのパターンを特定する幾何学的特徴に応じて温度および濃度が調整された現像液を、準備された複数の現像液から選択する手段を備えたことを特徴とする請求項13に記載の現像装置。
- [15] 一の現像液が選択されている間に、他の現像液について現像液の温度及び濃度が調整されることを特徴とする請求項14記載の現像装置。
- [16] 基板の有効領域のいずれの部位においても現像液がその部位に塗布された後20

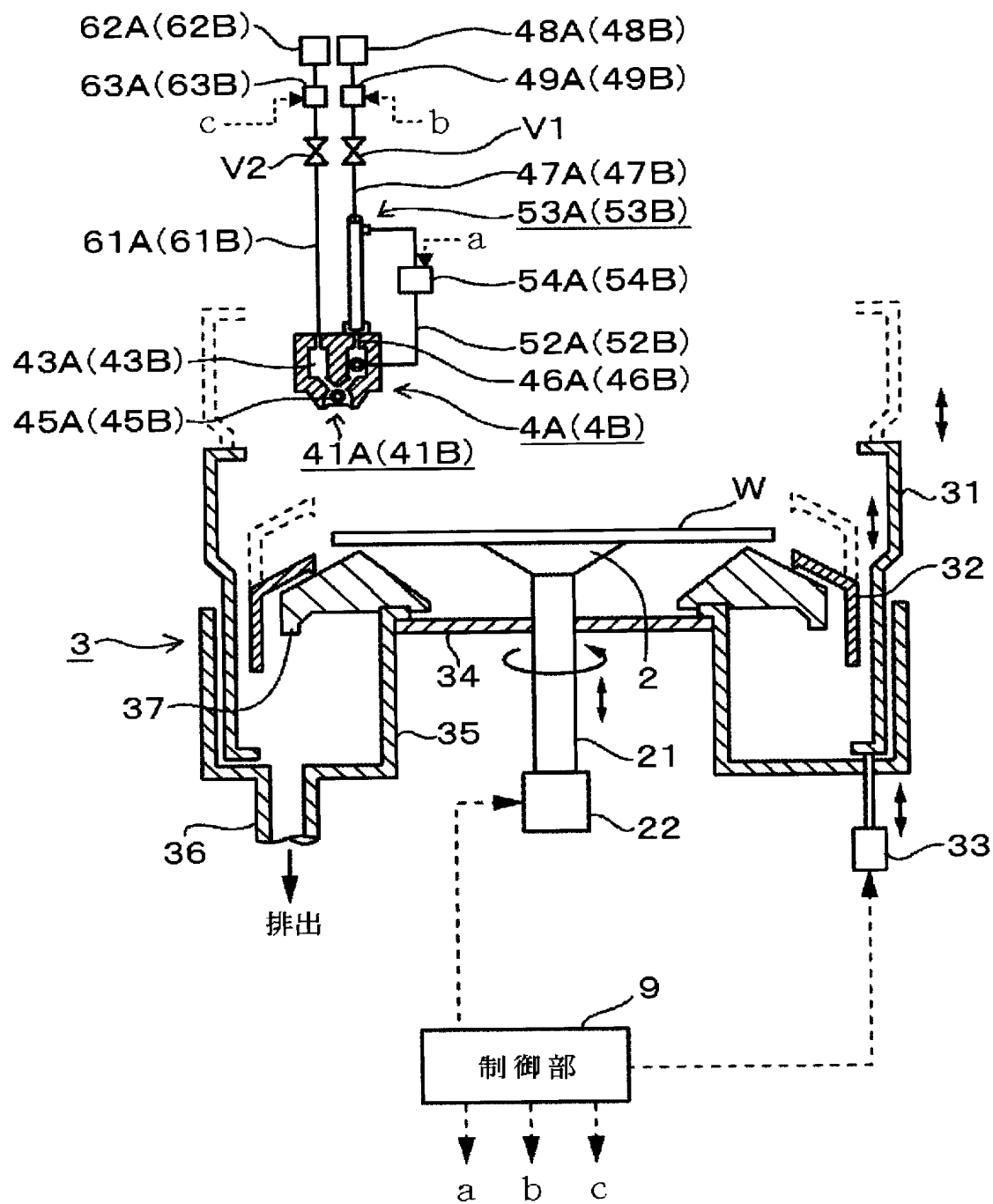
秒以内に希釈液が供給されることを特徴とする請求項1ないし15のいずれか一つに記載の現像装置。

- [17] 基板上の露光されたレジスト膜の表面にノズルを用いて現像液を塗布する工程と、  
現像液を塗布する前に現像液の温度調整を行う工程と、  
現像液が塗布された基板を予め設定した時間放置して現像反応を進行させ、現像により除去しようとする領域のレジストを溶解させる工程と、  
その後、現像液を希釈するための希釈液を基板の表面に供給する工程と、  
その後、基板に洗浄液を供給して、基板の洗浄を行う工程と、を備え、  
前記予め設定した時間だけ基板を放置したときに、現像により除去しようとする領域のレジストが必要なだけ溶解するように現像液の温度が調整されることを特徴とする現像方法。
- [18] 現像液を塗布する工程及び希釈液を塗布する工程は各々、基板の有効領域の幅とほぼ同じかそれ以上の長さにならび延びる吐出口が形成されたノズルを、基板の一端側から他端側へ移動させることにより行われることを特徴とする請求項17記載の現像方法。
- [19] 希釈液を塗布する工程におけるノズルの移動方向は現像液を塗布する工程におけるノズルの移動方向と同じであり、希釈液を塗布する工程におけるノズルの移動速度は現像液を塗布する工程におけるノズルの移動速度とほぼ同じであることを特徴とする請求項18記載の現像方法。
- [20] 現像液を塗布する工程及び希釈液を塗布する工程は、共通のノズルを用いて前記基板表面に供給されることを特徴とする請求項17ないし19のいずれか一つに記載の現像方法。
- [21] この現像方法は現像液ノズルが複数設けられた現像装置を用いて実行され、  
複数の現像液ノズルのうちの一つを用いて現像液を塗布する工程が行われている間に、複数の現像液ノズルの他の一つに関連する現像液の温度を調整する工程を更に備えたことを特徴とする請求項17ないし20のいずれか一つに記載の現像方法。
- [22] 複数の現像液ノズルは、一体化されて一つの液供給ノズルユニットとして構成され

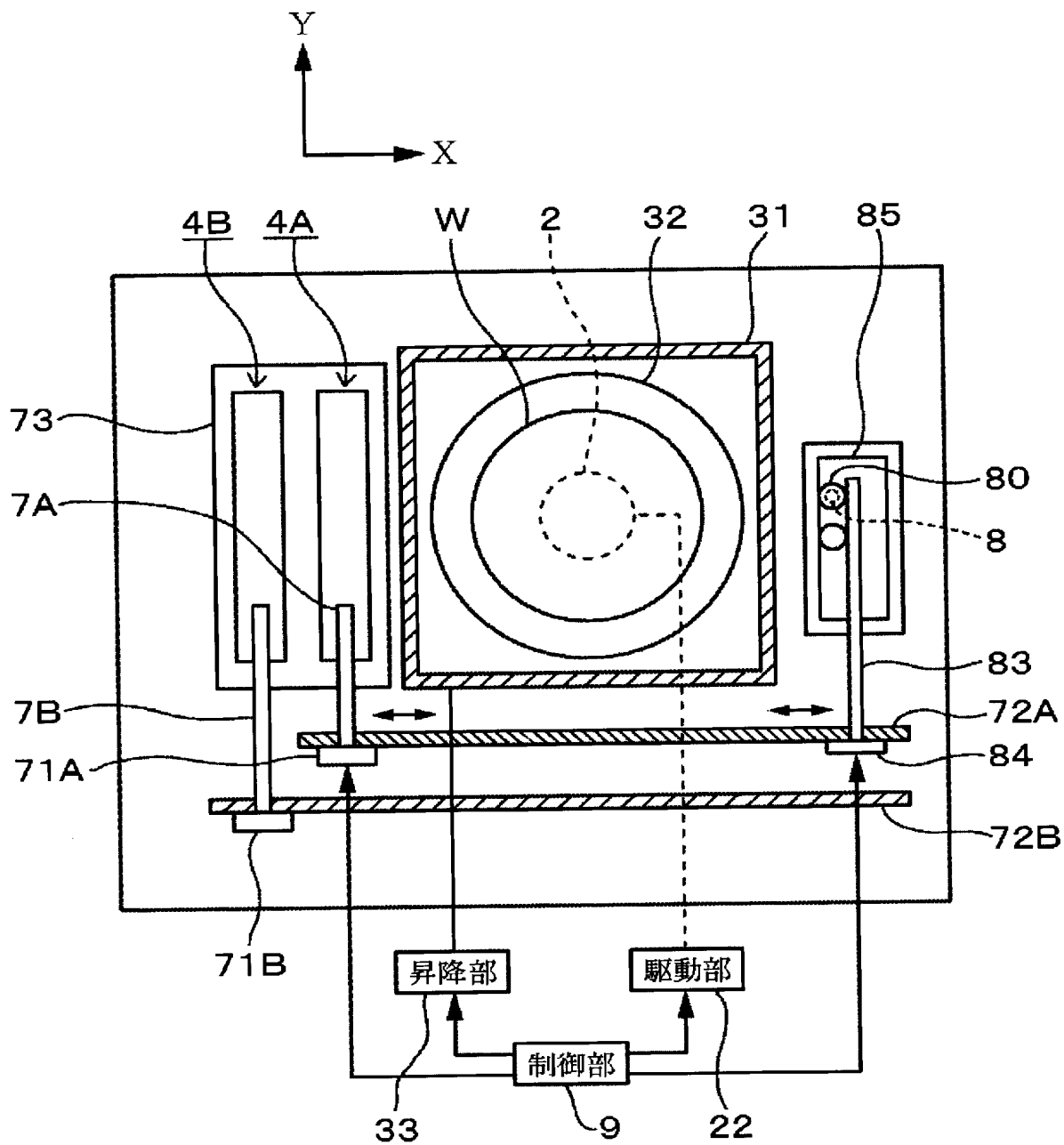
ていることを特徴とする請求項21記載の現像方法。

- [23] 現像液を基板上に塗布する前に、現像液の温度調整に加えて現像液の濃度を調整する工程を含む請求項17ないし20のいずれか一つに記載の現像方法。
- [24] この現像方法は現像液ノズルが複数設けられた現像装置を用いて実行され、複数の現像液ノズルのうちの一つを用いて現像液を塗布する工程が行われている間に、複数の現像液ノズルの他の一つに関連する現像液の温度および濃度を調整する工程を更に備えたことを特徴とする請求項23に記載の現像方法。
- [25] 基板の有効領域のいずれの部位においても現像液がその部位に塗布された後20秒以内に希釈液が供給されることを特徴とする請求項17ないし24のいずれか一つに記載の現像方法。

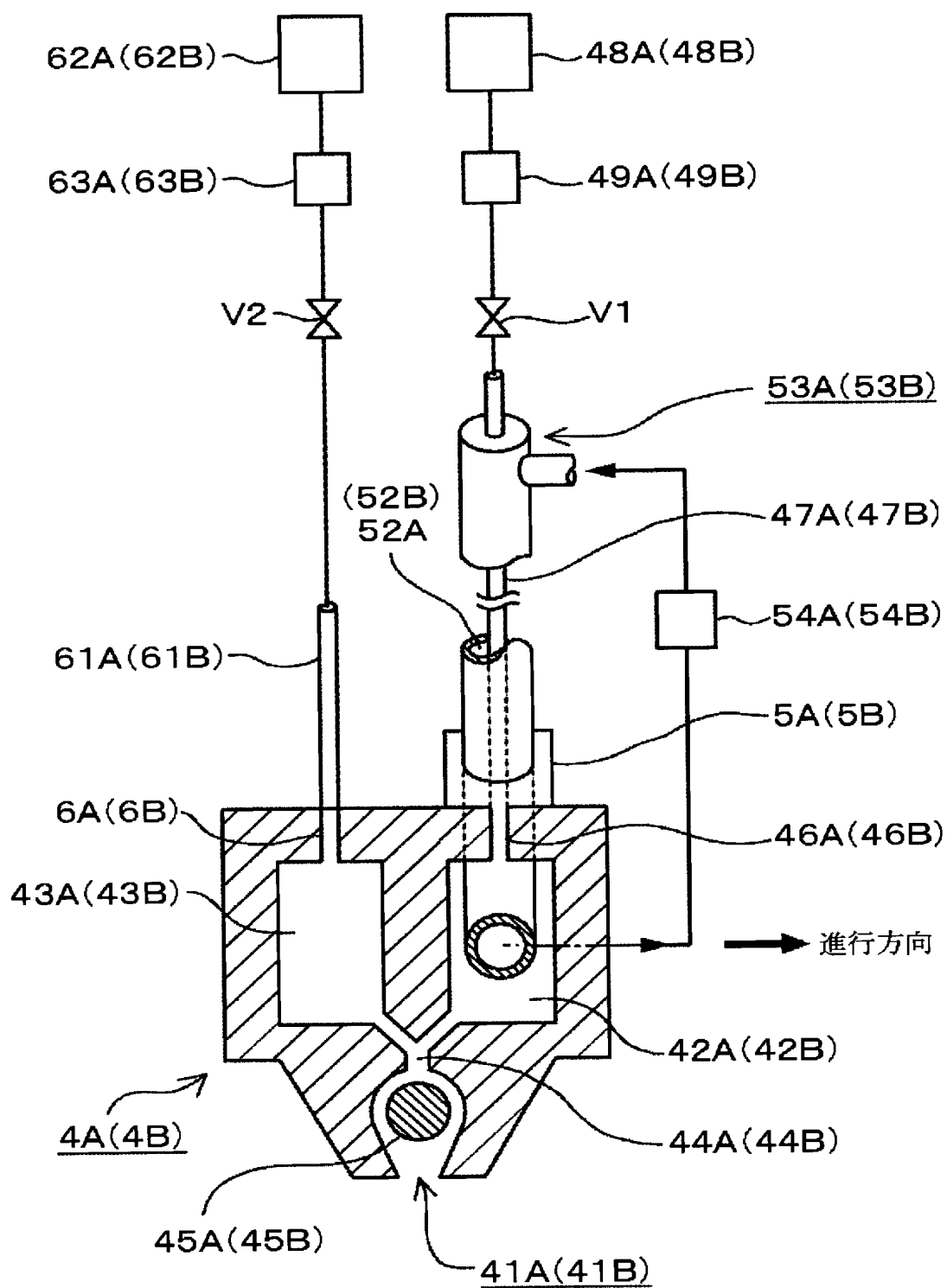
[図1]



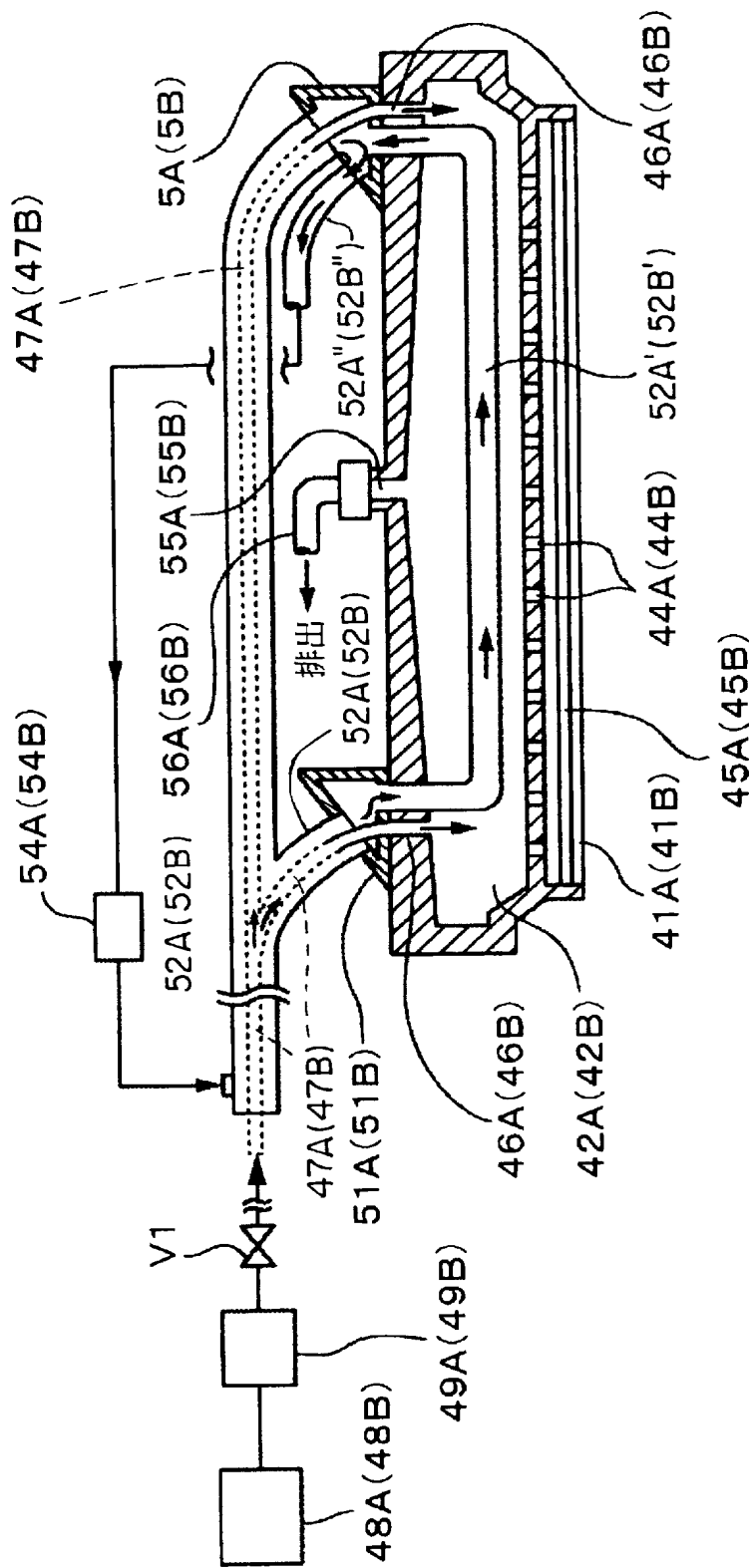
[図2]



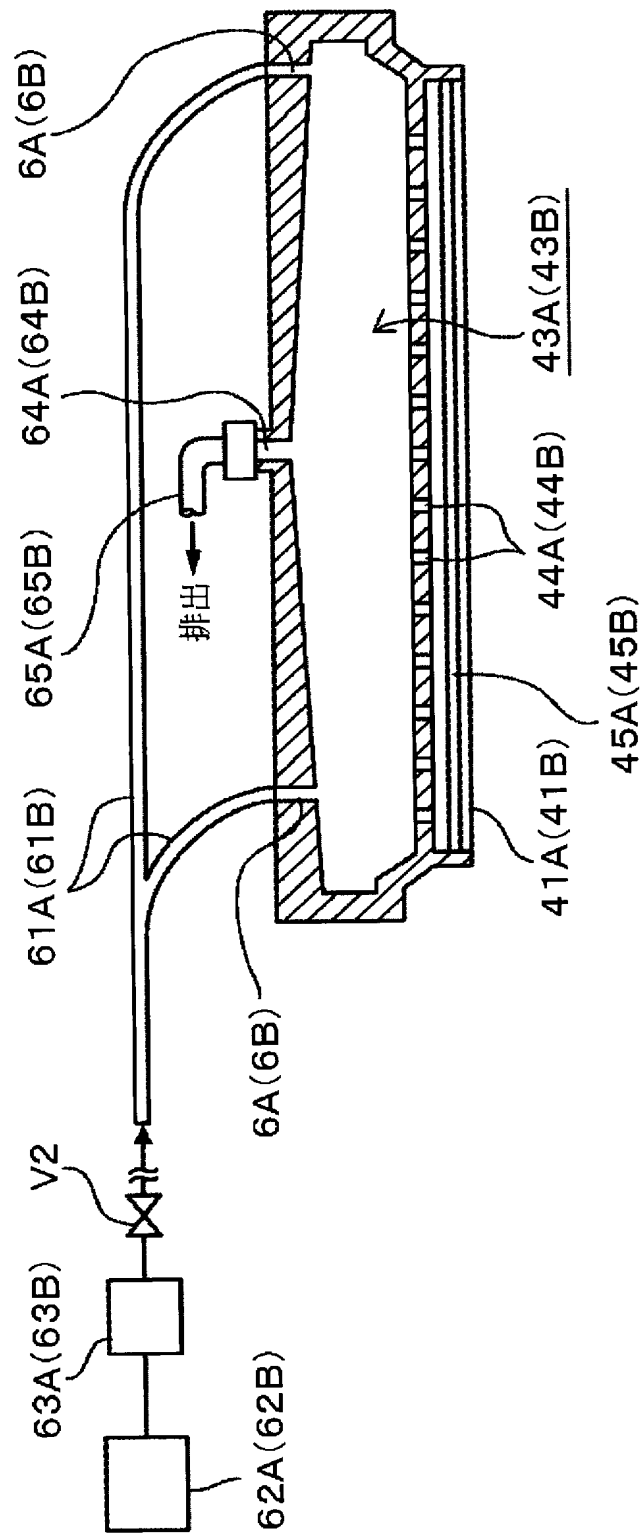
[図3]



[図4]

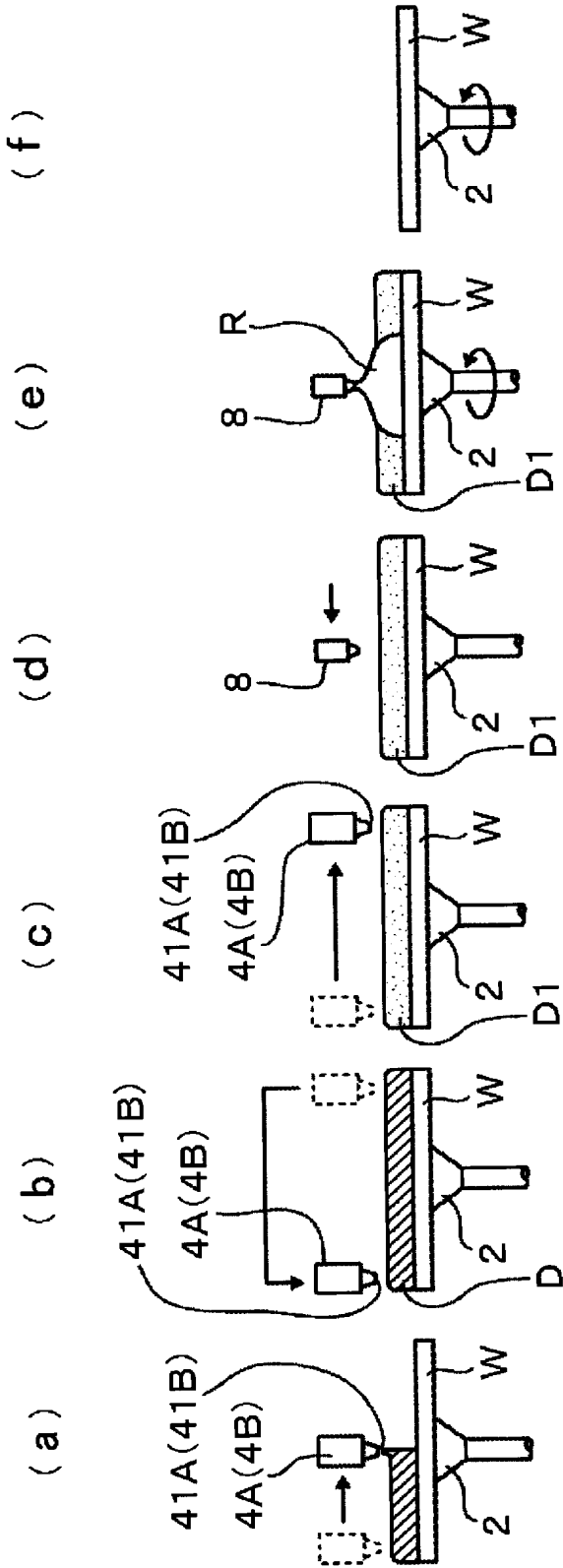


[図5]



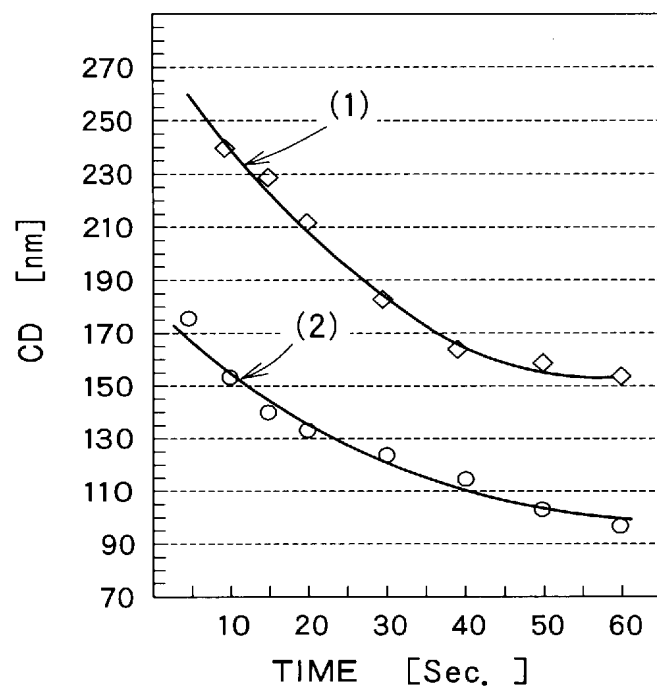


[図6]

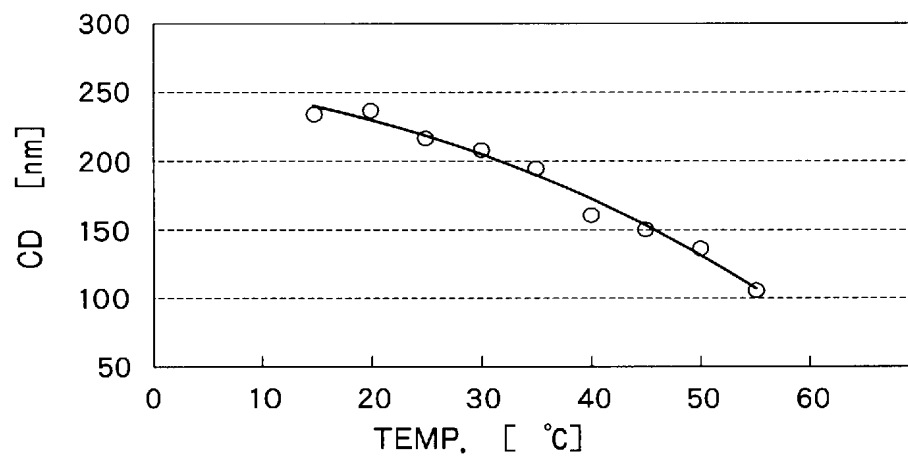


[図7]

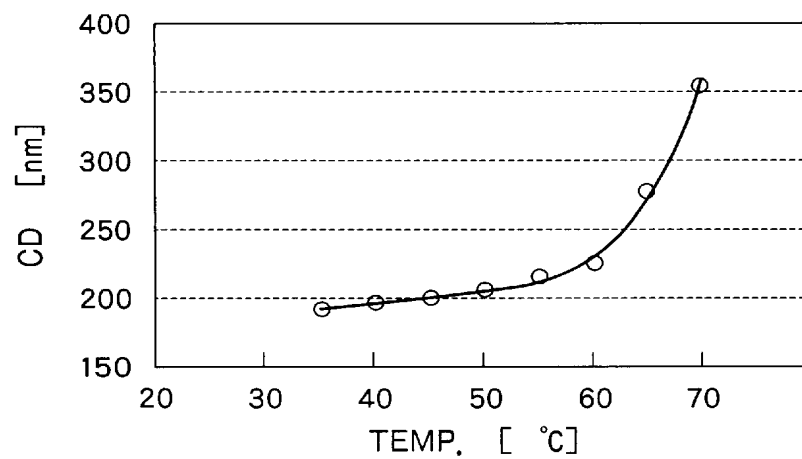
(a)



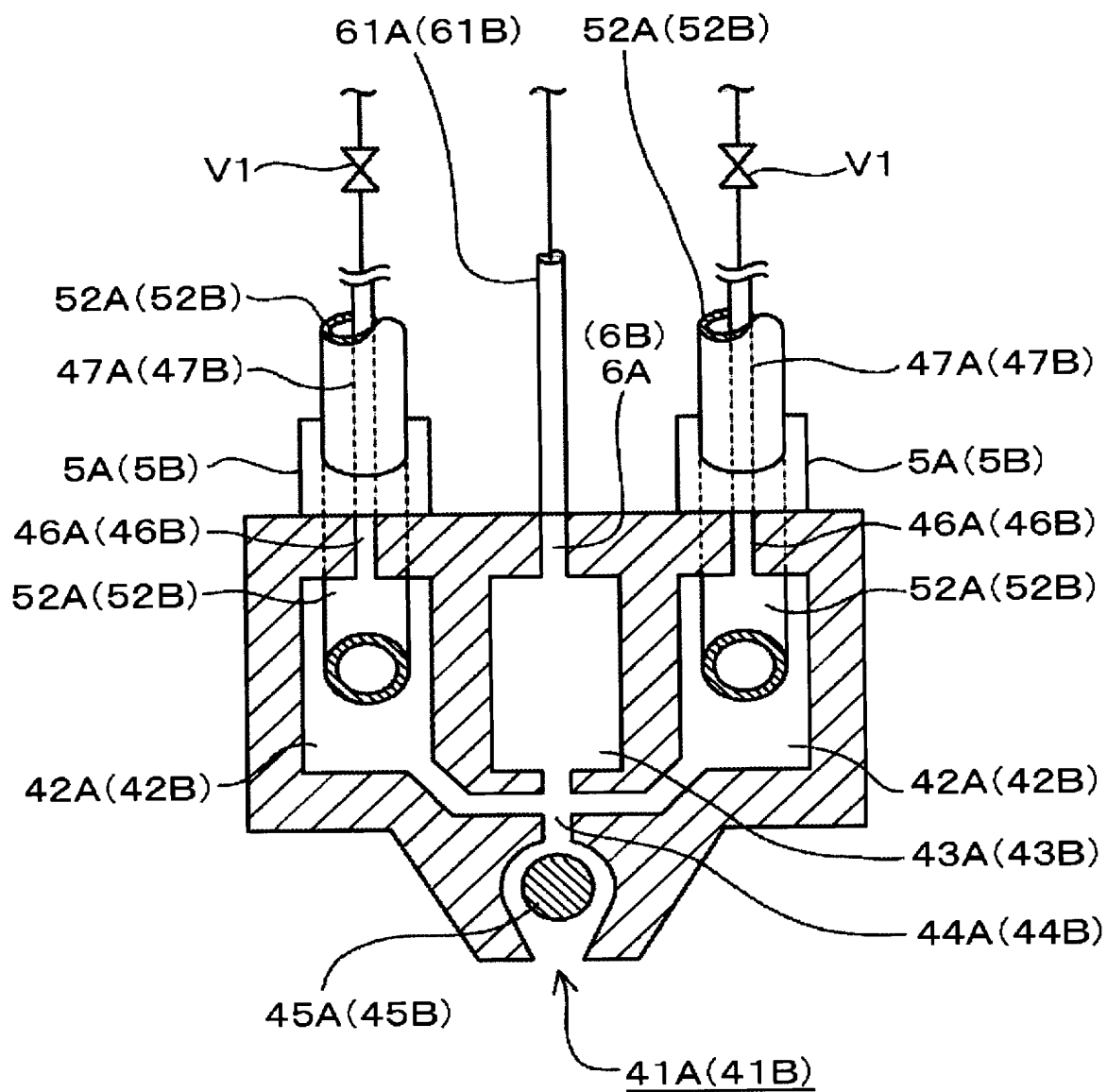
(b)



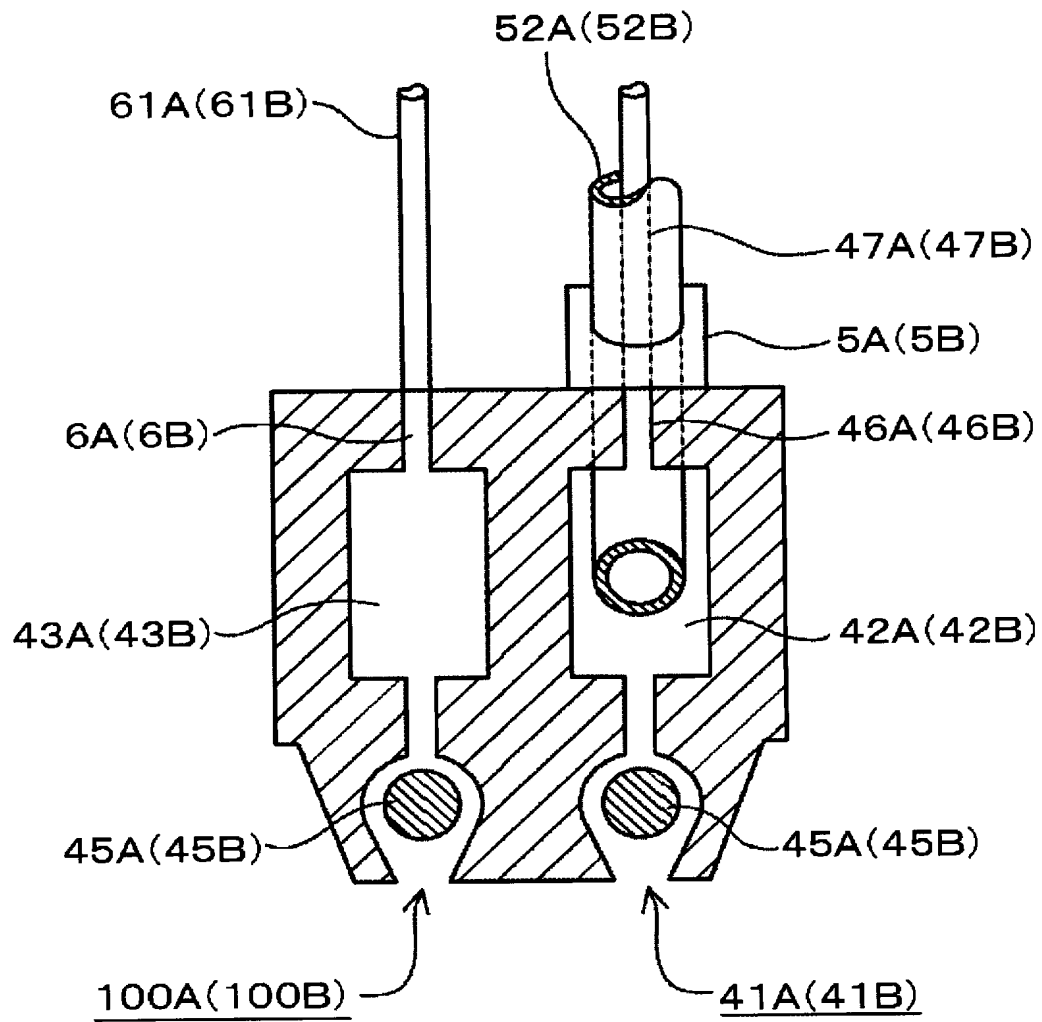
(c)



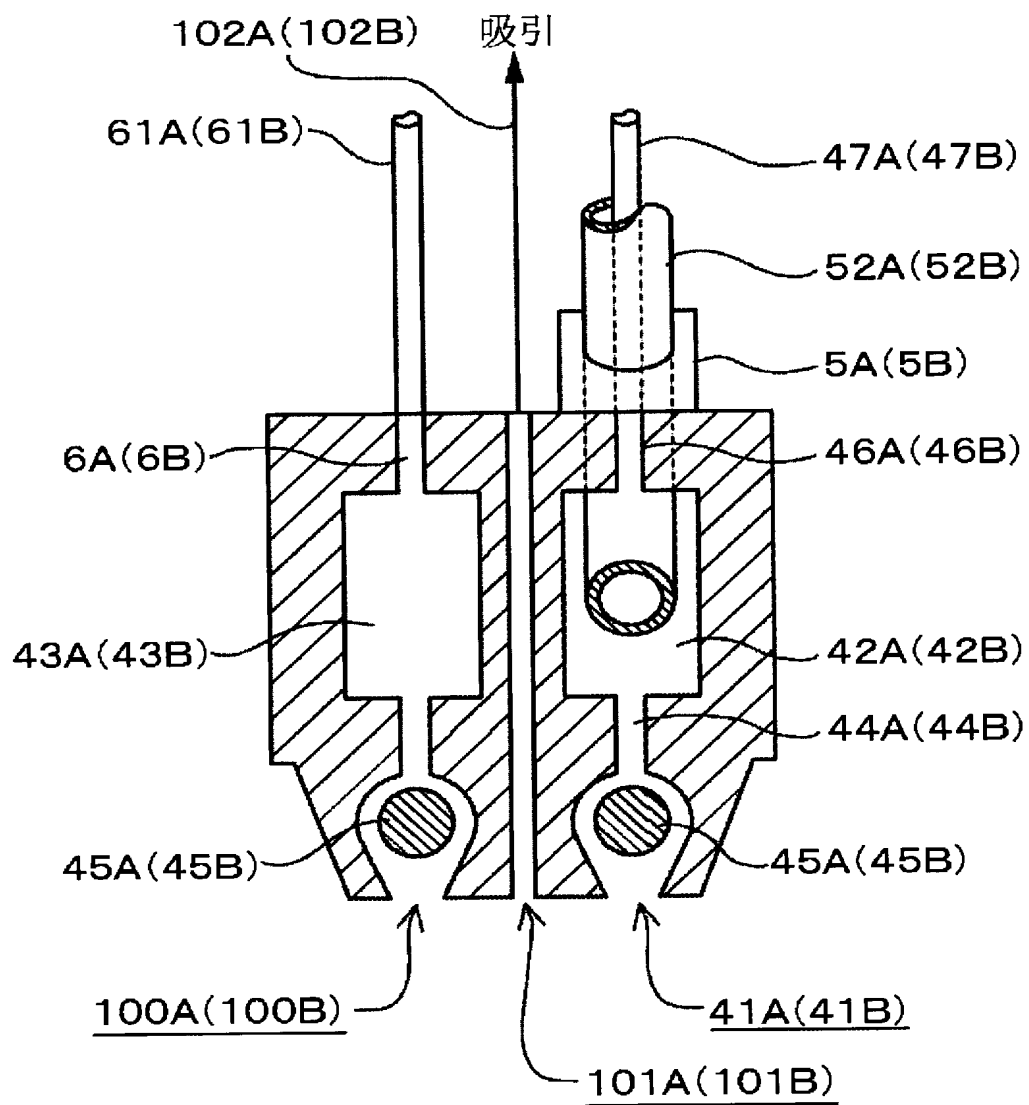
[図8]



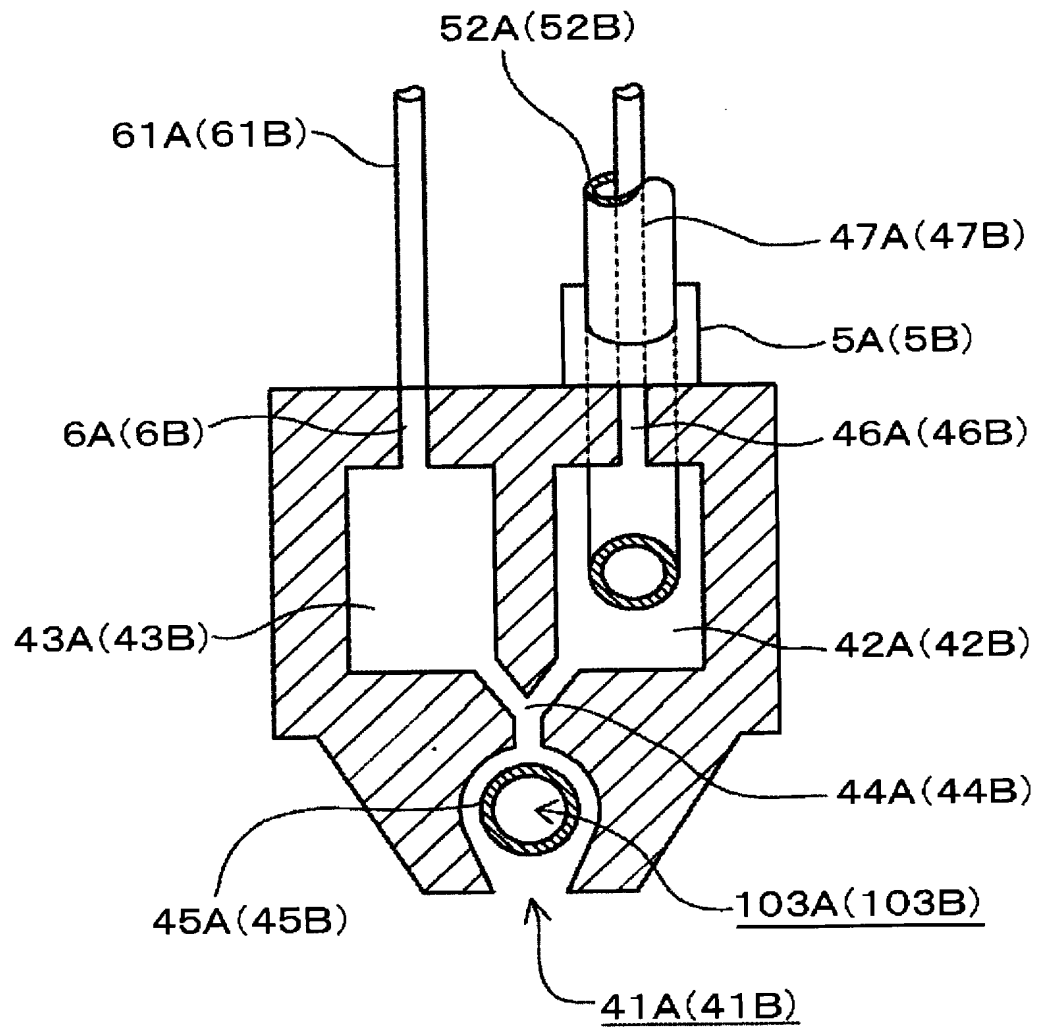
[図9]



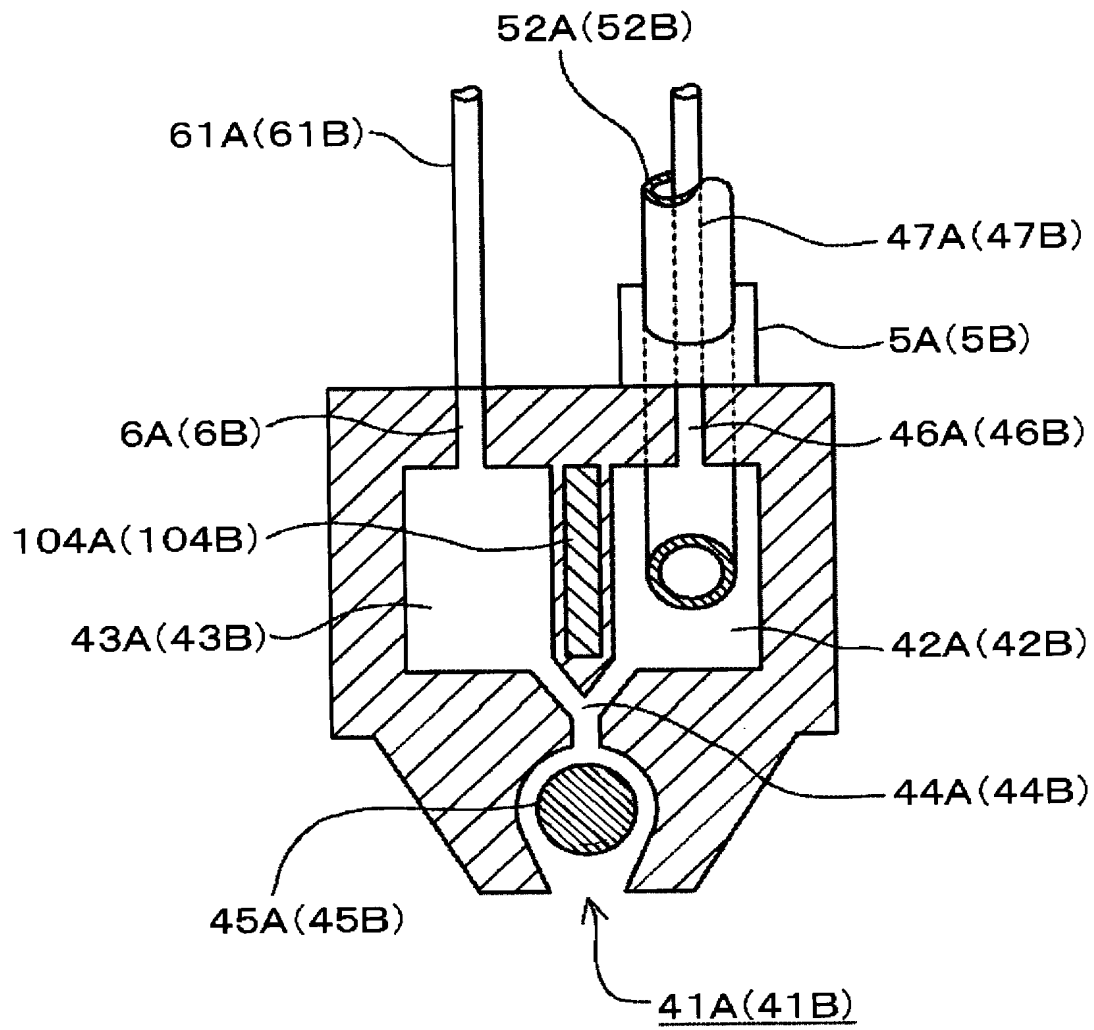
[図10]



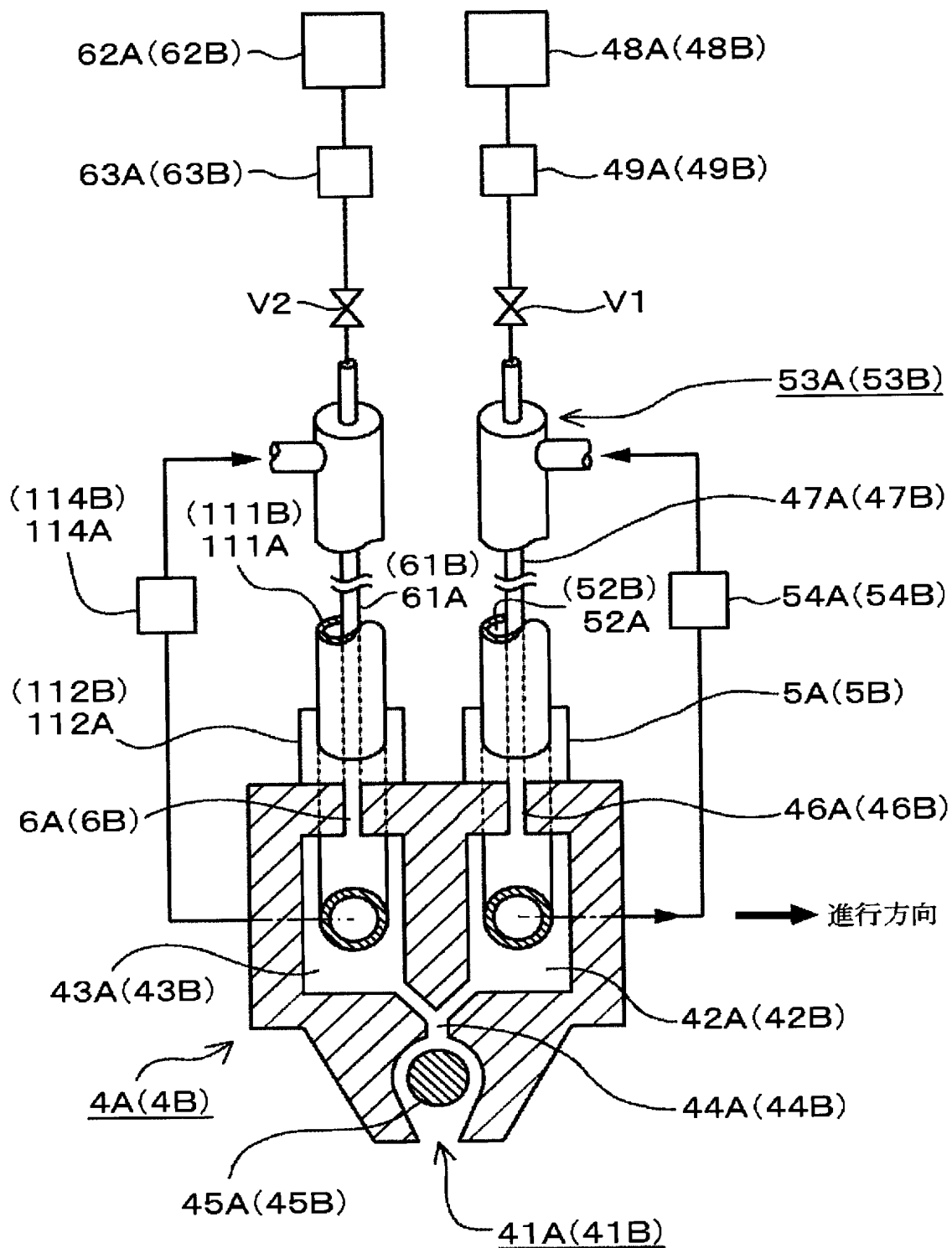
[図11]



[図12]

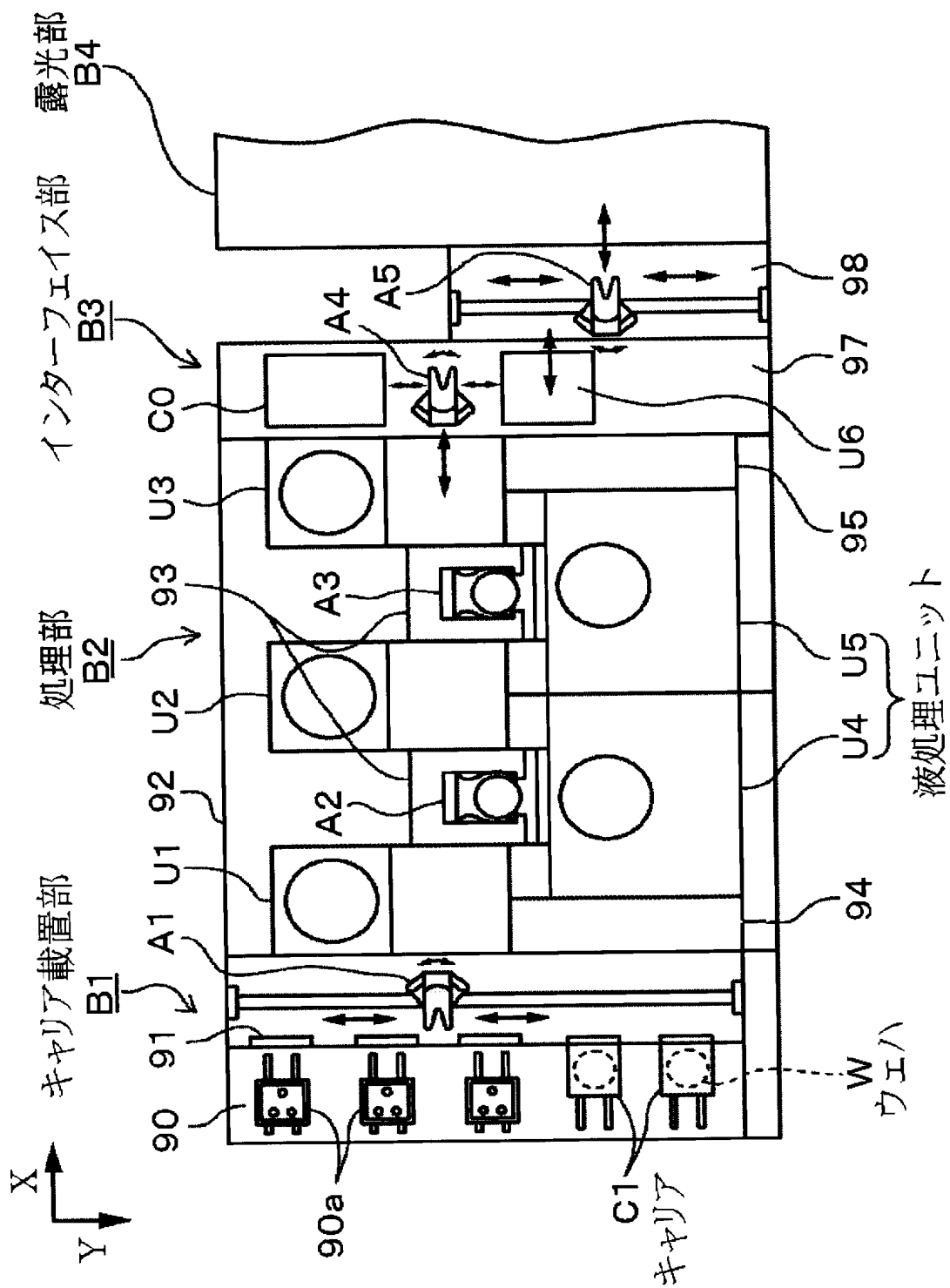


[図13]



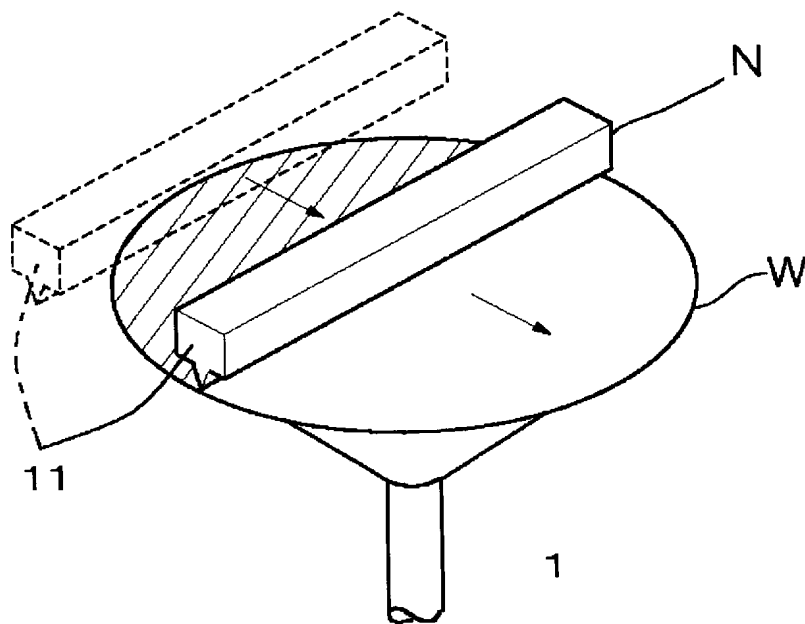


[図14]

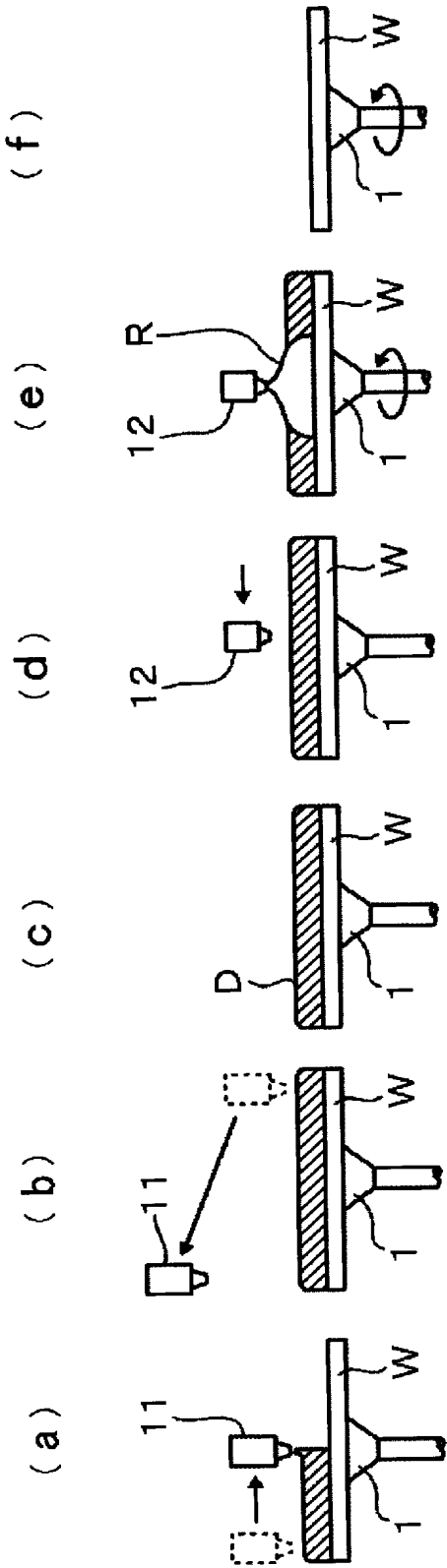




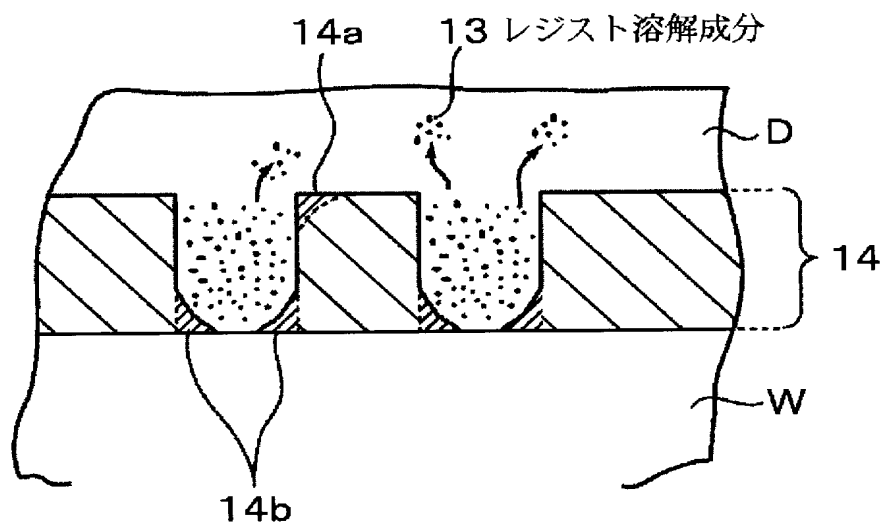
[図16]



[図17]



[図18]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019415

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-274082 A (Tokyo Electron Ltd.), 05 October, 2001 (05.10.01), Full text; all drawings	1, 4, 6, 8, 10-14, 16-20, 23, 25
Y	& US 2001/0009452 A1 & US 6384894 B2 & TW 502288 B	2, 3, 5, 7, 9, 15, 21, 22, 24
Y	JP 2003-303752 A (Hitachi, Ltd.), 24 October, 2003 (24.10.03), Par. Nos. [0011] to [0014]; Figs. 3 to 20 (Family: none)	2, 3, 9, 15, 21, 22, 24
Y	JP 2001-102292 A (Tokyo Electron Ltd.), 13 April, 2001 (13.04.01), Par. Nos. [0025] to [0031], [0083] to [0093]; Figs. 1, 9 to 11 (Family: none)	5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
31 March, 2005 (31.03.05)

Date of mailing of the international search report  
19 April, 2005 (19.04.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019415

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-234286 A (Tokyo Electron Ltd.), 22 August, 2003 (22.08.03), Page 1 (Family: none)	7
A	JP 2000-315643 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 14 November, 2000 (14.11.00), Page 1 (Family: none)	1-25
A	JP 3-124017 A (Tokyo Electron Ltd.), 27 May, 1991 (27.05.91), Page 2, lower left column (Family: none)	1-25
A	JP 2-270318 A (Seiko Epson Corp.), 05 November, 1990 (05.11.90), Page 2, upper right column, lower left column (Family: none)	1-25

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））			
Int.Cl <sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/30			
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））			
Int.Cl <sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/30			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1926-1996年			
日本国公開実用新案公報 1971-2005年			
日本国登録実用新案公報 1994-2005年			
日本国実用新案登録公報 1996-2005年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
X	JP 2001-274082 A（東京エレクトロン株式会社）2001. 10. 05 全文、全図	1, 4, 6, 8, 10-14, 16-20, 23, 25	
Y	& US 2001/0009452 A1 & US 6384894 B2 & TW 502288 B	2, 3, 5, 7, 9, 15, 21, 22, 24	
Y	JP 2003-303752 A（株式会社日立製作所）2003. 10. 24 [0011]-[0014]、図3-20 （ファミリーなし）	2, 3, 9, 15, 21, 22, 24	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）		「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」 同一パテントファミリー文献	
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 31. 03. 2005		国際調査報告の発送日 19. 4. 2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 岩本 勉	2M 9355
		電話番号 03-3581-1101	内線 3274



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-102292 A (東京エレクトロン株式会社) 2001. 04. 13 [0025]-[0031], [0083]-[0093]、図1, 9-11 (ファミリーなし)	5
Y	JP 2003-234286 A (東京エレクトロン株式会社) 2003. 08. 22 第1頁(ファミリーなし)	7
A	JP 2000-315643 A (大日本スクリーン製造株式会社) 2000. 11. 14 第1頁(ファミリーなし)	1-25
A	JP 3-124017 A (東京エレクトロン株式会社) 1991. 05. 27 第2頁左下欄(ファミリーなし)	1-25
A	JP 2-270318 A (セイコーエプソン株式会社) 1990. 11. 05 第2頁右上欄、左下欄(ファミリーなし)	1-25